www.radio.ru

2•2019

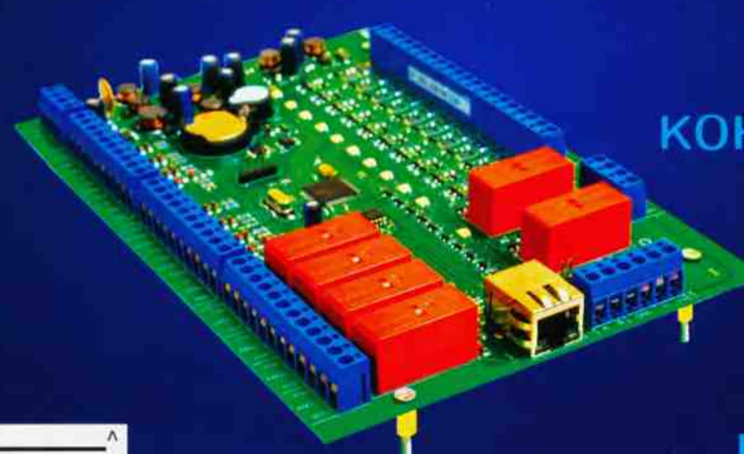


АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ

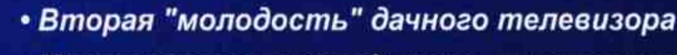
23 ФЕВРАЛЯ
День защитника Отечества



НАСТОЛЬНЫЙ ВОЛЬТМЕТР



КОНТРОЛЛЕР ДОСТУПА MELLON-3



- *Вторая "молодость" дачного телевизора*
- *Миниатюрные микрофонные стереоусилители*
- *Автовыключатель-таймер в мультиметре*
- *Играем в "крестики-нолики"*

...и ещё 14 конструкций



ISSN-0033-765X
19002
9 770033 765009


Фото 2


Фото 3

На выставке "Российский Hi-End 2018"

И. РОГОВ, г. Ростов-на-Дону

(см. статью на с. 15)


Фото 8


Фото 5


Фото 11


Фото 10

ТОКОВЫЕ КЛЕЩИ превосходный выбор













АТК-2250

Измерение токов до 2500 А

- Измерение постоянного/переменного тока: 0,1...2500 А / 0,1...2100 А
- Измерение постоянного/переменного напряжения: 0,1 мВ...600 В
- Базовая погрешность: 1,5%

АСМ-2311

Большой охват магнитопровода

- Измерение переменного тока до 1000 А
- Измерение постоянного и переменного напряжения до 1000 В
- Измерение ёмкости до 100 мкФ



АТК-2021В

Универсальность и многофункциональность

- Измерение постоянного/переменного тока: 0,01...200 А
- Измерение постоянного/переменного напряжения: 0,1/1 мВ...600 В
- Базовая погрешность: 1,5%
- Компактный размер



АТК-2200

Измерение мощности в одно- и трехфазных сетях до 1200 кВт

- Измерение постоянного/переменного тока: 0,1...2000 А
- Измерение постоянного/переменного напряжения: 0,1...600 В
- Базовая погрешность: 1,5%





АСМ-2352

Измерение пусковых токов

- Измерение постоянного/переменного тока: 0,01...1500 А
- Измерение постоянного/переменного напряжения: 0,01 мВ...1000 В/ 0,01 мВ...750 В
- Базовая погрешность: 2,5%
- Измерение мощности до 900 кВт



АСМ-2353

Беспроводной интерфейс для связи с ПК

- Измерение переменного тока: 0,1...1000 А
- Измерение переменного напряжения: 0,1...750 В
- Базовая погрешность: 2,0%
- Измерение мощности до 750 кВт





АСМ-4012

Измерение сопротивления заземления от 0,001 Ом

- Измерение переменного тока: 1 мА...30 А
- Базовая погрешность: 1,0%
- Скорость измерения: 1 изм/с
- Автоматический выбор диапазона



АТК-2035

Бюджетный вариант токовых клещей-мультиметров

- Измерение переменного тока до 1000 А
- Измерение постоянного (до 1000 В) и переменного (до 700 В) напряжения
- Измерение сопротивления, ёмкости и частоты



АСМ-2056

Бесконтактный датчик напряжения

- Измерение постоянного/переменного тока: 0,1...1000 А
- Измерение постоянного/переменного напряжения: 0,1 мВ...600 В / 1 мВ...600 В
- Базовая погрешность: 1,5%
- Большой дисплей

Большинство приборов в Государственном Реестре средств измерений!



ЭЛИКС, 115211, г. Москва, Каширское шоссе, д. 57, к. 5.
Тел./факс: (495) 781-49-69 (многоканальный)
Web: www.eliks.ru; E-mail: eliks@eliks.ru

БОЛЬШЕ ИНФОРМАЦИИ НА www.eliks.ru



В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. Настольный вольтметр (см. статью на с. 31) и контроллер доступа Mellon-3 (см. статью на с. 40).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

- DVB-T2-ТЮНЕР ВКЛЮЧАЕТ ТЕЛЕВИЗОР
- ЦИФРОВОЙ РАДИОПРИЁМНИК ИЗ ГОТОВЫХ УСТРОЙСТВ
- ЛАМПА С ТАЙМЕРОМ ДЛЯ ЗАСВЕТКИ ФОТОРЕЗИСТА
- ЧАСЫ-МЕТЕОСТАНЦИЯ

Тираж журнала «Радио» № 1 сдан для рассылки подписчикам 29.12.2018 г.



2•2019
МАССОВЫЙ ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

12+

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: ЗАО «ЖУРНАЛ «РАДИО»

Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.
Регистрационный ПИ № ФС77-50754

Главный редактор В. К. ЧУДНОВ
Редакционная коллегия:
А. В. ГОЛЫШКО, А. С. ЖУРАВЛЁВ, А. Н. КОРОТОНОШКО, К. В. МУСАТОВ, И. А. НЕЧАЕВ (зам. гл. редактора), Л. В. МИХАЛЕВСКИЙ, С. Л. МИШЕНКОВ, О. А. РАЗИН

Выпускающие редакторы: С. Н. ГЛИБИН, А. С. ДОЛГИЙ
Обложка: В. М. МУСИЯКА
Вёрстка: Е. А. ГЕРАСИМОВА
Корректор: Т. А. ВАСИЛЬЕВА

Адрес редакции: 107045, Москва, Селивёрстов пер., 10, стр. 1
Тел.: (495) 607-31-18. Факс: (495) 608-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**
Группа работы с письмами — (495) 607-08-48
Отдел рекламы — (495) 607-31-18; e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 607-77-28; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-77-28
Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159
Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва
корр. счёт 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 18.01.2019 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.
Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная.

Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по Объединённому каталогу «Пресса России» — 89032;
по каталогу Российской прессы ПОЧТА РОССИИ — 61972.

Отпечатано в ОАО «Подольская фабрика офсетной печати»
142100, Моск. обл., г. Подольск, Революционный проспект, д. 80/42.
Зак. 01074-19

Рассмотреть за горизонтом

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

"По-моему, одно из любимых занятий Господа Бога — заставлять действовать тех, кто говорит "никогда".

(Стивен Кинг)

"На ковре" и "под ковром"

Продолжая разговор про ЗГ РЛС, вспомним краткое содержание прошлой серии. Итак, теоретические выкладки, а потом и испытания показали принципиальную возможность обнаружения относительно слабого сигнала от цели на фоне отражений от Земли гораздо большей интенсивности. Кроме того, была на практике решена задача автоматической адаптации ЗГ РЛС к изменениям отражающих свойств ионосферы, а также автоматической отстройки от мощных активных помех. Были созданы опытные экземпляры многоскачковых станций "Дуга", а потом и две боевые, которые, дублируя друг друга, контролировали всю территорию США и обширные прилегающие пространства. Они должны были обнаруживать пуски баллистических ракет у самой поверхности Земли, чтобы ответный ядерный удар был нанесён как можно раньше. Дальность их действия достигала фантастических 10 000 км благодаря многократному отражению сигнала от ионосферы и поверхности Земли. Но и только...

Выяснилось, что подобные многоскачковые ЗГ РЛС имели существенный недостаток. Они не обладали приемлемой для поставленных военных задач точностью. Собственно станции "Дуга" не позволяли точно определять координаты целей из-за того, что луч несколько раз переотражался от ионосферы. Дополнительные искажения в их работу вносили и хаотические возмущения ионосферы, которые тогда были слабо изучены, а их компенсация ещё не была отработана. Да и сама затея была не из дешёвых. Помимо большой энергоёмкости, большие трудности возникли при сооружении огромных антенн — двух приёмных полотен протяжённостью 900 и 500 м, высотой 140 и 90 м, а также передающего полотна протяжённостью около 300 м.

Российским специалистам удалось обнаружить американские ракеты, стартующие с мыса Канаверал. После многочисленных модернизаций "Дуга" стала устойчиво обнаруживать старты ракет-носителей с космическими челноками и старты межконтинентальной баллистической ракеты (МБР) "Титан" с мыса Кеннеди на дальности 7...9 тыс. км. Однако, к примеру, все попытки обнаружить старт МБР США "Минитмен" с базы Ванденберг через полярную ионосферу из-за её специфики заканчивались неудачей. В это же время были получены положительные результаты испытаний советской космической системы по обнаружению пусков межконтинентальных баллистических ракет. После успехов в космической составляющей системы предупреждения о ракетном нападении (СПРН) у военных пропал интерес к загоризонтной радиолокации, а финансирование соответствующей программы практически прекратилось.

Уже давно на просторах Интернета можно встретить публикации о том, что идея таких ЗГ РЛС была подброшена из-за рубежа, что, мол, кто-то строил на бесперспективных тратах денег свою карьеру, а государству был нанесён значительный финансовый ущерб, что это с самого начала была авантюра главного конструктора и пр. и пр. вплоть до полного развала отечественных разработок станций дециметрового диапазона. Кстати, в конце 80-х годов прошлого века американцы построили в Норвегии, а затем в Японии и

на Аляске мощные излучающие системы, которые должны были создавать нелинейные эффекты в ионосфере, мешающие нормальному функционированию ЗГ РЛС. Позже с такими эффектами у нас научились бороться, но скажите, зачем американцы их создавали, если ранее ими же "подброшенная" идея была изначально негодной? Да и проблема точной загоризонтной локации оказалась значительно сложнее отнюдь не по вине главного конструктора. К тому времени изученность состояния ионосферы, особенно в северных широтах, была недостаточной. И это была не вина, а беда главного конструктора — здесь требовалась координация усилий десятков НИИ, по крайней мере, Президиумом Академии наук СССР.

Команда Франца Кузьминского, который в ходе реализации столь масштабного проекта стал главным конструктором, а потом и директором научного института, активно совершенствовала аппаратуру ЗГ РЛС. При этом решалась сложнейшая научно-техническая проблема: как обеспечить прохождение радиолокационного сигнала через так называемую шапку ионосферы над Северным полюсом, которая буквально пожирала электромагнитную энергию ЗГ РЛС. На специально созданной аппаратуре на всей территории СССР, даже на Кубе, на дальностях свыше 10 тыс. километров исследовалось прохождение коротковолновых сигналов, излучаемых РЛС. Запускались специальные космические аппараты "Дуга-К". Учёные уже были близки к разгадке тайн прохождения радиолокационных сигналов в ионосфере, что позволяло эффективно доработать новейшие радары для обнаружения одиночных и групповых стартов МБР. Но тут главный конструктор Франц Кузьминский из-за интриг в Минрадиопроме СССР был снят с должности. Другие же специалисты в тот период так и не смогли окончательно доработать боевую систему. Радиоактивное облако, возникшее при взрыве четвёртого реактора Чернобыльской АЭС, накрыло передающую позицию расположенной рядом ЗГ РЛС, и её законсервировали. Из-за резкого снижения финансирования приостановилась доработка аппаратуры на ЗГ РЛС под Комсомольском-на-Амуре. А потом произошёл пожар на одном из крупных объектов этой РЛС.

Не сдавался только Франц Кузьминский. Бывший главный конструктор боевых ЗГ РЛС вместе со специалистами-математиками из МГУ в институте прикладной геофизики шесть лет исследовал особенности прохождения радиоволн через ионосферу. В 1989 г. он уже знал, как сделать ЗГ РЛС всевидящими ловцами стартов баллистических ракет. Об этом он сообщил в Министерство обороны и представил соответствующие расчёты. В Минобороны СССР докладную записку опального главного конструктора оставили без внимания. Более того, по решению командования Войск ПВО страны была снята с боевого дежурства ЗГ РЛС под Комсомольском-на-Амуре. Военные посчитали, что создание боевой системы ЗГ РЛС связано с трудностями из-за неизученности поведения ионосферы в области Северного полюса. Мол, возможности ЗГ РЛС по обнаружению одиночных и групповых целей являются незначительными.

Далее события вокруг советской боевой системы ЗГ РЛС и её главного конструктора разворачивались по неоднократно опробованной схеме. В 1990 г. в одной из центральных газет был опубликован материал, в котором разработчики советской боевой системы ЗГ РЛС были обвинены в волюнтаризме, круговой поруке, бездумной трате народных денег на заведомо бесперспективные радары. Там же утверждалось, что идею создания этих систем в Советский Союз якобы подбросили из США. Той историей заинтересовался даже президент уже распадающегося СССР Михаил Горбачёв, он поручил разобраться и наказать виновных. Таким образом, создатель боевых ЗГ РЛС Франц Кузьминский попал под "каток" государственной машины, которая в своё время сама и "благословила" его на двадцатилетний напряжённый научно-конструкторский штурм неизведанного. В июне 1991 г., на 58-м году жизни, Франц Кузьминский скончался от сердечного приступа.

Ещё в конце 70-х годов прошлого века командующий противоракетной и противокосмической обороной Войск ПВО страны генерал-полковник Юрий Всеволодович Вотинцев (поддерживавший, кстати, инициативы Франца Кузьминского) предупреждал руководство государства, Минобороны СССР о том, что если США удастся создать и развернуть надёжное противоракетное вооружение, с возможностью ответного удара за океаном перестанут считаться. По его мнению, и в Советском Союзе было необходимо незамедлительно создавать национальную противоракетную оборону, соответствующие разведывательные радиоэлектронные средства. Однако с мнением Вотинцева тогда не посчитались.

Хорошие разработки, как известно, не рождаются сразу, и любая из них — это цепь неудач, в результате которых получается что-то действительно работающее. Да, станции "Дуга" так и не были приняты на вооружение по-настоящему, и задачу обнаружения стартов МБР выполняет ныне космический эшелон системы СПРН, но опять же задачу по определению координат воздушных целей никакой космический эшелон выполнить не в состоянии. Значит, идея загоризонтной радиолокации всё же оказалась востребованной, но уже на новом уровне.

Разумеется, за рубежом никто и не думал подбрасывать в СССР идею загоризонтной радиолокации. Наоборот, по программе воздушной оборонительной инициативы (ВОИ) США одним из главных средств раннего предупреждения о воздушном нападении используют загоризонтные радары, которые обнаруживают воздушные цели за пределами видимого горизонта на дальности 900...3700 км. В США созданы стационарные радары AN/FRS-118 в штатах Мэн и Калифорния. Их стоимость в начале 90-х годов прошлого века была 2,3...2,5 млрд долл. США. На острове Амчитка Алеутского архипелага развёрнута транспортабельная ЗГ РЛС AN/TRS-71 в контейнерах. Построены девять таких радаров, на которые затрачено примерно 1,1 млрд долл.. Обслуживают боевую систему ЗГ РЛС четыре тысячи специалистов. Загоризонтный радар на острове Кипр во время двух войн в Персидском заливе обнаруживал пуски оперативно-тактических ракет типа "Скад", следил за воздушной обстановкой в регионе боевых действий. Не надо быть военным, чтобы правильно оценить эту информацию.

В истории с загоризонтной локацией всё произошло точно так же, как и с "лженаукой" — кибернетикой. В начале 90-х к разработке ЗГ РЛС решили вернуться в РФ, однако заново строить гигантские антенны было признано нецелесообразным. Специалисты занялись созданием следующего поколения подобных радиолокаторов, но ввиду тяжёлого экономического положения в стране основные работы пришлись на конец 90-х — начало 2000-х годов. Под руководством главного конструктора Фёдора Фёдоровича Евстратова созданы уникальные загоризонтные радиолокационные комплексы. Была решена задача обнаружения надводных и воздушных целей в ближней и дальней ионосферной зоне.

Ещё о принципах

Прежде чем продолжать разговор о ЗГ РЛС, коснёмся принципов их работы, во многом определяющих их конструкцию. Прежде всего, для выделения полезных сигналов из помех в них используется допплеровское смещение частоты сигналов, отражённых движущимися целями. Станции, использующие принцип обратного рассеяния, вследствие значительных трудностей, связанных с обеспечением развязки между мощной передающей и высокочувствительной приёмной системами, в большинстве случаев строят с разнесением на некоторое расстояние передающей и приёмной систем (от десятков до одной-двух сотен километров).

Антенна представляет собой фазированную решётку, которая имеет большой коэффициент усиления (20...30 дБ), перекрывает широкий диапазон частот (коэффициент перекрытия по частоте РЛС — 5...6), обеспечивает быстрое сканирование в широком азимутальном секторе. Кроме того, передающая антенна должна обеспечивать излучение сигналов с мощностью несколько сотен киловатт.

Для излучения сигналов значительной мощности в декаметровом диапазоне в зарубежных ЗГ РЛС используется несколько передающих устройств, работающих на элементарные излучатели, образующие передающую фазированную антенную решётку (АФР). Для обеспечения широкоугольного сканирования луча относительные фазы сигналов передатчиков должны изменяться во времени, для чего используется специальная система фазирования,



связанная с датчиками, устанавливаемыми на входах элементарных излучателей.

Широкоугольный обзор пространства в азимутальной плоскости в приёмных АФР достигается путём использования специальных диаграммоформирующих устройств (ДФУ), подключаемых к элементарным излучателям приёмной антенной решётки. При этом путём коммутации линий задержки различной длины, входящих в ДФУ, можно обеспечивать сканирование луча либо при введении в ДФУ разветвлённых устройств фазирования формировать многолучевую (веерную) диаграмму направленности (ДН). К выходам ДФУ подключены приёмные устройства.

К ДН, формируемым АФР в угломестной плоскости, предъявляют требования максимального прижатия их к горизонту, что определяется условиями распространения сигналов декаметрового диапазона. При использовании антенн горизонтальной поляризации требования прижатия к горизонту луча приводят к необходимости создания антенных сооружений значительной высоты. При использовании антенн с вертикальной поляризацией для прижатия луча к горизонту и уменьшения потерь в подстилающей поверхности осуществляют металлизацию предполья антенны. Металлизация представляет собой сетчатый (проволочный) экран, уложенный на Земле, или, во избежание дополнительных потерь в снежном покрове, на высоте 1,5...2 м над поверхностью.

Основным требованием к излучающим элементам, составляющим передающую АФР, является постоянство входного сопротивления излучателя в диапазоне рабочих частот и в заданном секторе сканирования. Обеспечение этого требования с учётом взаимных связей излучателей в решётке представляет собой сложную инженерную задачу. В качестве элементарного излучателя в АФР декаметрового диапазона часто используются шунтовые широкодиапазонные вибраторы.

"Волна"

Из-за значительной изменчивости ионосферы от активности солнца, времени года и суток создание загоризонтной техники потребовало от отечественных разработчиков решения совершенно новых радиофизических, алгоритмических и технических задач. С помощью сложнейшей математической обработки ЗГ РЛС могут дифференцировать и идентифицировать нужные объекты и, более того, по характеру доплеровского смещения спектра определять их скорость и направление движения.

В последующих (после "Дуги") ЗГ РЛС, как правило, использовалось однократное отражение сигналов от ионосферы, благодаря чему можно получить достаточно точное целеуказание и, к примеру, отслеживать на территории Западной Европы даже самолёты малой авиации, как это умеет одна из самых совершенных отечественных разработок "Контейнер".

А следующими, гораздо более совершенными ЗГ РЛС, стали станции "Волна". Их появление было связано в том числе и с концептуальной борьбой за существование ЗГ РЛС. Появление новых станций стало возможным благодаря участию главкома ВМФ Сергея Георгиевича Горшкова. Указанные ранее сложности с первыми ЗГ РЛС для нужд ПВО страны вызвали у советского руководства закономерный скептицизм в их перспективности, что квалифицировалось иногда даже как "гонения". В свою очередь, Сергей Георгиевич был настоящим подвижником прорывных военных технологий, его стараниями ВМФ СССР испытал первые боевые лазерные и другие системы, использующие электромагнитные импульсы как поражающий фактор. Хотя действительно эффективные образцы такого оружия появляются только сегодня, к заслуге советского главкома ВМФ следует отнести то, что он не боялся взять на себя ответственность, давая ход инновационным разработкам, которые в то время казались фантастическими.

В 1982 г. Евстратов предложил главкому ВМФ Горшкову использовать ЗГ РЛС для контроля надводной и воздушной обстановки режимом поверхностной волны в ближней 200-мильной зоне, а в дальней зоне, порядка 3000 км, вести радиолокационную разведку через ионосферу, посредством пространственной волны. Главкому ВМФ было известно положение, которое сложилось с боевыми ЗГ РЛС для Войск ПВО. Однако военно-морские эксперты объективно рассмотрели предложение Евстратова, и Горшков не побоялся взять на себя ответственность за выделение средств на их создание. Строительство военно-морской ЗГ РЛС "Волна" было санкционировано специальным постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР 24 декабря 1982 г.

ЗГ РЛС "Волна" была сложным и наукоёмким объектом. По опыту создания радаров для Войск ПВО для проведения монтажно-настроечных работ было создано Дальневосточное производственно-техническое предприятие. Станция была спроектирована максимально мобильной. Вся аппаратура, включая мощный вычислительный комплекс, размещалась в транспортируемых кабинах, что значительно снизило затраты. Готовилась лишь площадка для размещения кунгов и кабельного хозяйства. Был применён новейший тип антенны, при длине 1500 м она имела высоту всего 5 м, что в сотни раз была меньше прежних антенн для ПВО по металлоёмкости и объёму строительно-монтажных работ. Флот весьма оперативно подошёл к созданию своей системы. В 1983 г. под г. Находка на тихоокеанском побережье в одной из бухт было выбрано место для дислокации "Волны".

Первая очередь ЗГ РЛС "Волна" была построена уже в 1986 г. Её использовали для экспериментальных работ по обнаружению в ближней зоне научно-исследовательского судна "Океан", сторожевого корабля Тихоокеанского флота "Летучий". Эти работы учёные и конструкторы вели до сентября 1987 г. В результате была достигнута дальность загоризонтного обнаружения кораблей поверхностной волной до 300 км. А далее учёные и конструкторы стали работать над тем, чтобы ЗГ РЛС обнаруживала надводные и воздушные объекты на дальностях до 3000 км в пределах первого ионосферного скачка. В 1987 г. впервые были зафиксированы положительные результаты по обнаружению кораблей и самолётов на дальностях до 2800 км. Это дало возможность завершить экспериментальные работы и провести дальнейшее дооборудование этого радара до опытного образца.

В 1987—1990 гг. проводились работы по модернизации программно-алгоритмического комплекса ЗГ РЛС "Волна" и повышению его энергетического потенциала. В 1990 г. "Волна" устойчиво обнаруживала и сопровождала авианесущие группировки США в Тихом океане на дальностях более 3000 км.

Государственные испытания ЗГ РЛС "Волна" прошли в 1992 г. Она обнаруживала корабли и воздушные цели пространственным лучом на дальностях 1000...3000 км. В том же году локатор был передан ВМФ России. Он поступил на вооружение Тихоокеанского флота для решения задач обнаружения надводных и воздушных целей.

Похоже, благодаря этому событию в 1993 г. прекратились гонения на отечественную загоризонтную радиолокацию. В тот год заслуги первопроходцев Франца Кузьминского и его соратников были оценены на ведомственной (только для специалистов) научно-технической конференции, посвящённой памяти главного конструктора ЗГ РЛС и 25-летию первых отечественных экспериментов по локации объектов на загоризонтных дальностях. По мнению многих специалистов, по сложности научной проблемы, методам её решения загоризонтная радиолокация стоит на одном уровне с освоением космоса.

"Подсолнух"

В 90-х годах прошлого века, когда средств в бюджете на создание дорогих ЗГ РЛС не было, командованию Тихоокеанского флота разработчики предложили создать надёжный и недорогой радиолокатор для освещения надводной обстановки. В итоге был создан береговой загоризонтный радиолокационный комплекс на базе использования поверхностной волны. В 1999 г. на Камчатке, также в интересах флота, была построена ЗГ РЛС "Телец" с пониженной мощностью сигнала и соответственно энергопотреблением, предназначенная для обнаружения кораблей и воздушных целей на дальности до 250 км. Развитием "Тельца" стали береговые ЗГ РЛС "Подсолнух", предназначенные для освещения надводной и воздушной обстановки, обнаружения, сопровождения и классификации цели в секторе 120° в качестве элемента системы берегового наблюдения.

Первый "Подсолнух" был развёрнут на побережье в районе Камчатской бухты. В 1999 г. ознакомиться с ЗГ РЛС "Подсолнух" прибыли военные специалисты из Китая, которые поставили ус-

ловие: Китай купит станцию этого типа, если станция обнаружит корабль в море на расстоянии 200 км. В процессе испытаний "Подсолнух" обнаружил две морские цели на расстоянии 220...230 км. С Китаем был заключён контракт на несколько миллионов долларов на поставку трёх ЗГ РЛС "Подсолнух-Э" (экспортный вариант). В начале 2000-х все они были развёрнуты на территории Китая.

Затем ВМФ России заказал три РЛС "Подсолнух" с улучшенными характеристиками. Их развернули под Находкой, на Камчатке возле Петропавловска-Камчатского и в районе Каспийска на побережье Каспийского моря. Зона контроля воздушной обстановки этих РЛС — 450 км по дальности, надводной обстановки — до 300 км. "Подсолнух" позволяет в автоматическом режиме обнаружить, сопровождать и классифицировать до 300 морских и 100 воздушных объектов, определяя их координаты и параметры перемещения.

"Контейнер"

В НИИДАР была создана двухкоординатная радиолокационная станция загоризонтного обнаружения пространственной волны 29Б6 "Контейнер", которая является развитием флотской "Волны". Первый "Контейнер" был испытан и показал устойчивое обнаружение целей ещё в начале 2000 г.

Весь аппаратурный комплекс ЗГ РЛС "Контейнер" размещается в транспортабельных контейнерах и не требует капитального строительства. Радиотехнический узел таких РЛС состоит из двух частей: передающей и приёмной. Каждая из них состоит из технической позиции и жилого городка. На технических позициях установлены антенно-фидерные устройства со всем необходимым коммутационным и прочим оборудованием.

Первая РЛС "Контейнер" в составе ПВО-ПРО заступила на опытно-боевое дежурство в мордовском посёлке Ковылкино в декабре 2013 г. Её задача — следить за западным направлением с целью обнаружения и определения координат воздушных целей в азимуте 180° и на расстоянии более 3000 км, причём как целей на высотах до 100 км, так и низколетящих целей у самой земли или поверхности моря. На северо-западном направлении она следит за пространством от Польши, Германии и Балтики до Турции, Сирии и Израиля. Позже планировалось "Контейнер" дооснастить, чтобы он мог засекать аэродинамические цели в расширенном азимуте. Восточный загоризонтный узел создаётся в Амурской области.

1 декабря 2018 г. департамент информации и массовых коммуникаций Минобороны России сообщил о начале опытно-боевого дежурства новейшей РЛС. Из официальных сообщений следует, что в ближайшее время станция "Контейнер" должна будет пройти государственные испытания, по результатам которых поступит на вооружение, а также начнёт полноценное боевое дежурство. Завершение государственных испытаний запланировано на 2019 год. Тогда же дежурство станции перестанет быть опытным.

В целом, как недавно сообщали отечественные СМИ, Россия планирует создать группировку ЗГ РЛС "Контейнер" различной модификации и "Подсолнух" по периметру всей границы, что позволит обнаруживать и сопровождать крылатые ракеты, самолёты и корабли с ядерным оружием на дальности 1500...2000 км от российской территории.

На одном из заседаний Вневедомственного совета по проблемам ВКО был заслушан доклад НИИДАР по ЗГ РЛС. Совет по ВКО активно поддержал это направление создания радиолокаторов. Ведь в настоящее время использование в ПВО боевых ЗГ РЛС — это единственный путь создать в государстве хотя бы минимальную систему информационного предупреждения о полётах авиации в пределах России. Учитывая размеры границ, создание сплошного радиолокационного поля из тысяч традиционных РЛС требует невероятно больших инвестиций. Но нужно всего лишь 10—12 ЗГ РЛС "Контейнер" для создания единого радиолокационного поля государства.

Основное отличие "Контейнера" от предшественников — в новых методах и средствах обработки информации, созданных российскими математиками и программистами. Станция может классифицировать воздушный объект и сформировать его математическую модель (цифрового двойника), после чего понять его намерения. В общем, настоящая "цифровая экономика" в военной сфере. Говорят, что в мире таких программ никто не создаёт. Те же американцы, прежде чем идентифицировать тот или иной объект, формируют всю его траекторию. В свою очередь, отечественные программы способны определить цель и её характеристики практически в режиме онлайн. Правда, у американцев уже создана сеть подобных станций, а у нас пока "первые ласточки". Но это дело наживное. Сегодня технологией, подобной применённой в "Контейнере", владеют семь стран. По словам разработчиков, стоимость её от разработки до ввода в эксплуатацию составляет около 10 млрд руб, что почти в два раза дешевле, чем западные аналоги. Кроме того, в отличие от западных аналогов, сеть этих РЛС будет размещена не непосредственно вдоль границы, а в глубине страны, что повышает её живучесть. За несколько минут станция с высокой точностью определяет характеристики "забугорных" самолётов ещё на взлётно-посадочной полосе. Она хорошо защищена от внешнего воздействия, поэтому прецедентов влияния на её функционирование средствами РЭБ ещё не было. Больше, как всегда, проблем с ионосферой, поэтому много внимания уделяется её мониторингу для автоматизации выбора рабочих радиочастот.

Что же касается срока службы, то моральное старение этим ЗГ РЛС пока не грозит, потому что многое в них зависит от своевременного обновления боевых алгоритмов. На новые средства боевого применения у противника, такие как гиперзвуковые аппараты или космические самолёты-разведчики, к примеру, нужно реагировать новыми алгоритмическими решениями. В перспективе можно обновлять "железо", улучшать мощность излучателей, можно увеличивать ресурс приёмных устройств... Но главное отечественное ноу-хау — это всё-таки интеллект "Контейнера", переданный ему разработчиками.

По материалам ***gazeta.ru, interpolit.ru, zvo.su, vpk.name, redstar.ru, litmir.me, nalin.ru, professionali.ru, lektsii.org, oko.planet.su***

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Вторая "молодость" дачного телевизора

М. КОЖАНОВ, г. Волгоград

Всё больше регионов России переходят на цифровой формат телевизионного вещания, преимущества которого неоспоримы. Но в ходе реализации этого проекта возникают и проблемы, которые связаны с тем, что в загородных домиках, на дачах эксплуатируется довольно большой парк ещё советских аналоговых телевизионных приёмников, не оборудованных видеовходом, и подключение к ним ресиверов для приёма цифрового вещания в формате DVB-T2 не представляется возможным. В предлагаемой статье приводится один из вариантов решения этой проблемы.

Схема автоматического переключателя входов телевизора приведена на **рис. 1**. Аналоговый видеосигнал с выхода цифрового ресивера через подстроечный резистор R3 поступает на вход видеоусилителя, собранного на транзисторах VT1 и VT3, и одновременно, через конденсатор C1, — на базу транзистора VT2, усиливается им и поступает на вход детектора, выполненного по схеме удвоения напряжения на диодах VD1 и VD2. Конденсатор C5 начинает заряжаться и когда напряжение на базе транзистора VT4 достигнет 0,7 В, он открывается. Через резистор R19 потечёт ток, который откроет транзистор VT5, в результате чего напряжение питания поступит на видеоусилитель и ключ на транзисторе VT6.

За основу видеоусилителя взята стандартная схема платы внешней коммутации ПВК-41-1. Усиление видеосигнала осуществляется транзистором VT1, включённым по схеме с общей базой. Выходной каскад на транзисторе VT3, выполненный по схеме эмиттерного повторителя, осуществляет согласование высокого выходного сопротивления усилительного каскада на VT1 с низким входным сопротивлением тракта УПЧИ телевизора. Ключ на транзисторе VT6 блокирует радиоканал телевизора (блокировка трактов УПЧИ и УПЧЗ) и переводит его в режим работы с внешним источником сигнала.

Сигнал ЗЧ с выходов левого и правого каналов цифрового ресивера поступает на простейший сумматор, выполненный на резисторах R8 и R9, который формирует из стереофонического сигнала монофонический, поступающий на вход ЗЧ телевизора с подстроечного резистора R10. При выключении цифрового ресивера его выходной видеосигнал исчезает, транзисторы VT4 и VT5 закрываются, в результате телевизор переходит в свой обычный режим работы.

Использование цифрового ресивера позволит значительно расширить сервисные возможности. Теперь с помощью ИК-пульта дистанционного управления появится возможность не только переключать телевизионные каналы, число которых увеличилось до 20, но и производить регулировку таких параметров, как громкость звука, яркость, контрастность и цветовая насыщенность изображения на экране телевизора.

Все элементы автоматического переключателя видеовходов смонтированы на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм, чертёж которой показан на **рис. 2**. Схемные решения различных советских аналоговых телевизоров очень похожи, поэтому в дальнейшем речь будет идти о доработке телевизора модели ЗУСЦТ-51-15. Чтобы не вносить путаницы, все блоки и элементы схем, выделенные красным цветом, относятся к схеме телевизора, а чёрным — к производимым доработкам.

В телевизоре на плате модуля радиоканала МРК-2-5 предусмотрено место для установки разъёма X3 (для видеомагнитофона). Под этот разъём и была разработана эта печатная плата. Если подходящего разъёма не найдётся, вместо него можно использовать медный одножильный провод диаметром 1 мм, припаяв плату модуля видеовхода непосредственно на место установки разъёма X3. В предлагаемом варианте схемы задействованы следующие контакты разъёма X3:

— вывод 1 — вход видео;
— вывод 3 — общий;
— вывод 4 — на печатной плате МРК-2-5 данный вывод не задействован, поэтому он используется для подачи на него напряжения управления;
— вывод 5 — вход звука;
— вывод 6 — блокировка субмодуля радиоканала СМРК-2;
— вывод 9 — напряжение питания +12 В;
— вывод 10 — общий.

До установки платы автоматического переключателя видеовходов необходимо проверить наличие перемычек на печатной плате МРК-2-5 (как правило, на заводе-изготовителе их не устанавливали):

— перемычка М-М в цепи контакта X3/6 (на плате МРК-2-5 она отмечена, место для её установки предусмотрено);

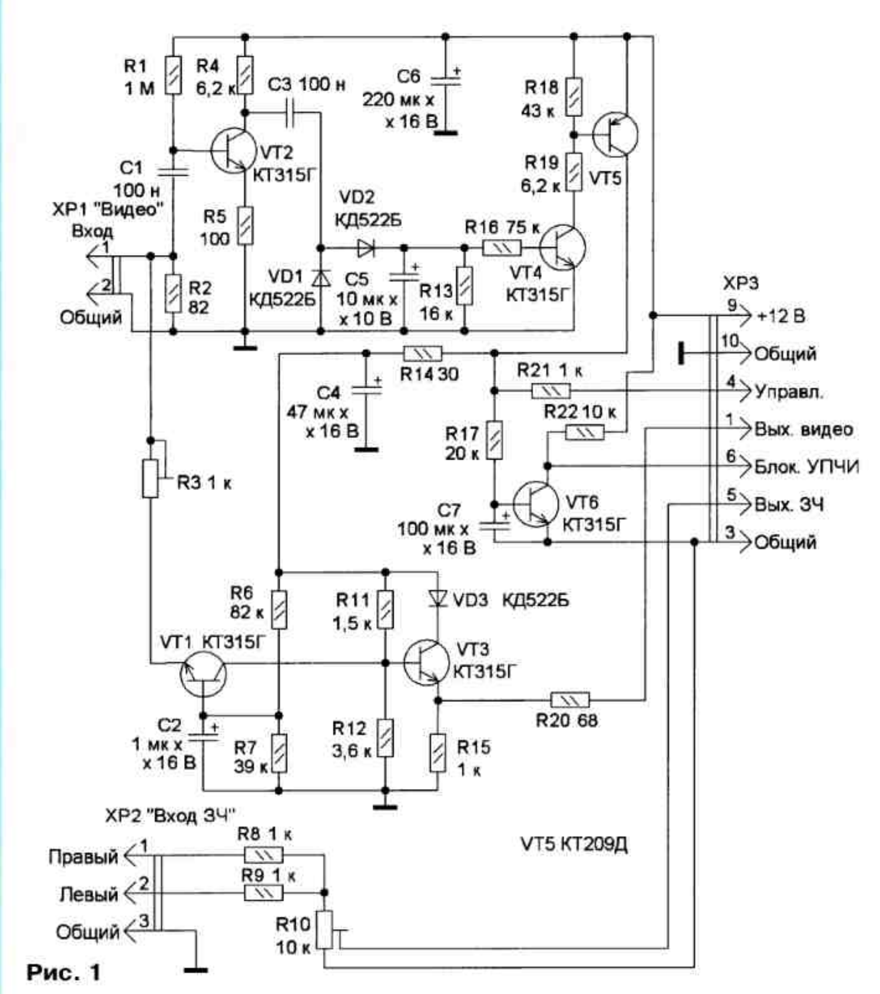
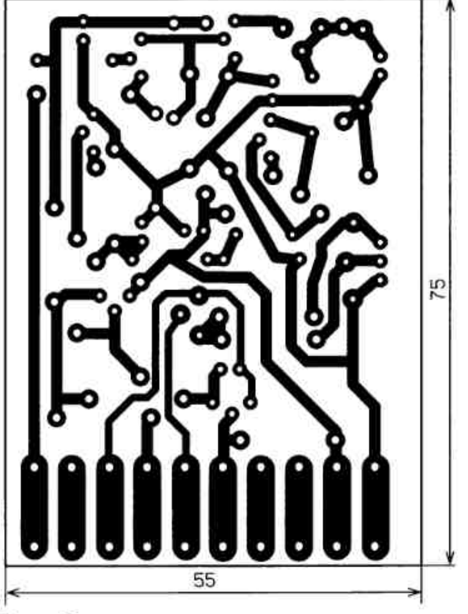


Рис. 1



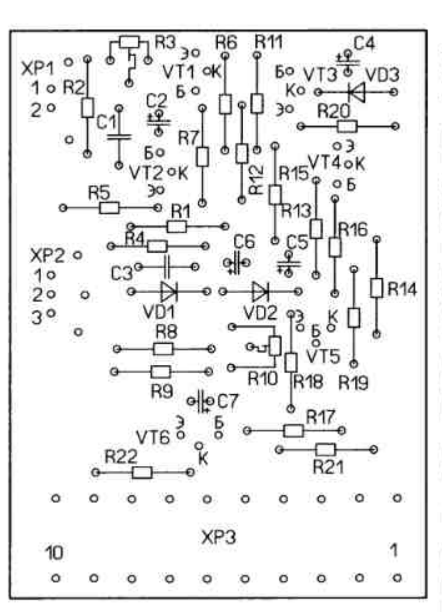


Рис. 2

— перемычка линии питания (+12 В) в цепи X3/9 (на плате МРК-2-5 не отмечена, место для её установки предусмотрено).

После этого необходимо проверить наличие в телевизоре элементов цепи блокировки. Для этого на печатной плате МРК-2-5 необходимо временно замкнуть на корпус контакт X3/6 (блокировка). Если изображение и звук исчезнут, то всё в порядке, если нет, в субмодуле радиоканала СМРК-2 необходимо установить следующие элементы:

— конденсатор C23 (47 мкФ × 16 В);

— резистор R34 (100 кОм);

— диоды VD1 и VD2 (КД522А, КД522Б);

— проволочную перемычку между точкой соединения катодов диодов VD1, VD2 и контактом 6 разъёма X1 этого субмодуля.

Для подачи сигнала с цифрового ресивера на входы автоматического переключателя видеовходов на задней стенке телевизора можно закрепить любым удобным способом гнездо, например СГШ-5. К его контактам припаивают экранированные провода сигналов видео и звука, которые с помощью разъёмов либо методом пайки подключают к плате автоматического переключателя видеовходов (звук — контакты 1 "Правый" и 2 "Левый" разъёма XP2 и видео — к контакту 1 "Вход" разъёма XP1 "Видео". Экраны соединяют с соответствующими контактами этих разъёмов.

Налаживание автоматического переключателя видеовходов сводится к установке подстроечным резистором R3 качественного изображения на экране телевизора, а подстроечным резистором R10 — громкости звука, которая будет соизмерима с громкостью телепередач, ведущихся в аналоговом стандарте.

При желании можно провести дополнительную доработку телевизора, которая позволит сделать эксплуатацию телевизора ещё более комфортной и решить следующие задачи:

— автоматическое (синхронное) выключение телевизора при выключении цифрового ресивера;

— индикация режимов работы автоматического переключателя видеовходов;

— гашение индикатора включённого канала на блоке сенсорного выбора программ СВП-4-10 при переходе телевизора в режим просмотра передач цифрового вещания;

— бесшумное "поведение" (отсутствие хлопка) в динамической головке при включении и выключении телевизора.

Схема этой доработки показана на **рис. 3**. Остановимся на ней подробнее. Цифровой ресивер входит в рабочий режим примерно через 5 с после его включения, и видеосигнал с его выхода переводит автоматический переключатель видеовходов в режим, при котором на коллекторе транзистора VT5 появляется напряжение, близкое к напряжению питания (см. рис. 1). Это напряжение через резистор R21 поступает на узел управления выключением телевизора, собранный на транзисторе VT1 (рис. 3), который открывается и подаёт питающее напряжение на реле K1, которое своими контактами K1.1 и K1.2 блокирует контакты сетевого выключателя телевизора S1. Одновременно это напряжение поступает на светодиод HL1, вызывая свечение зелёного кристалла, которое сигнализирует о переходе телевизора в режим работы с внешним источником сигнала. Поэтому при переводе выключателя телевизора S1 в положение "выключено", телевизор останется во включённом состоянии. Выключить теперь его можно одновременно с цифровым ресивером с помощью ИК-пульта дистанционного управления.

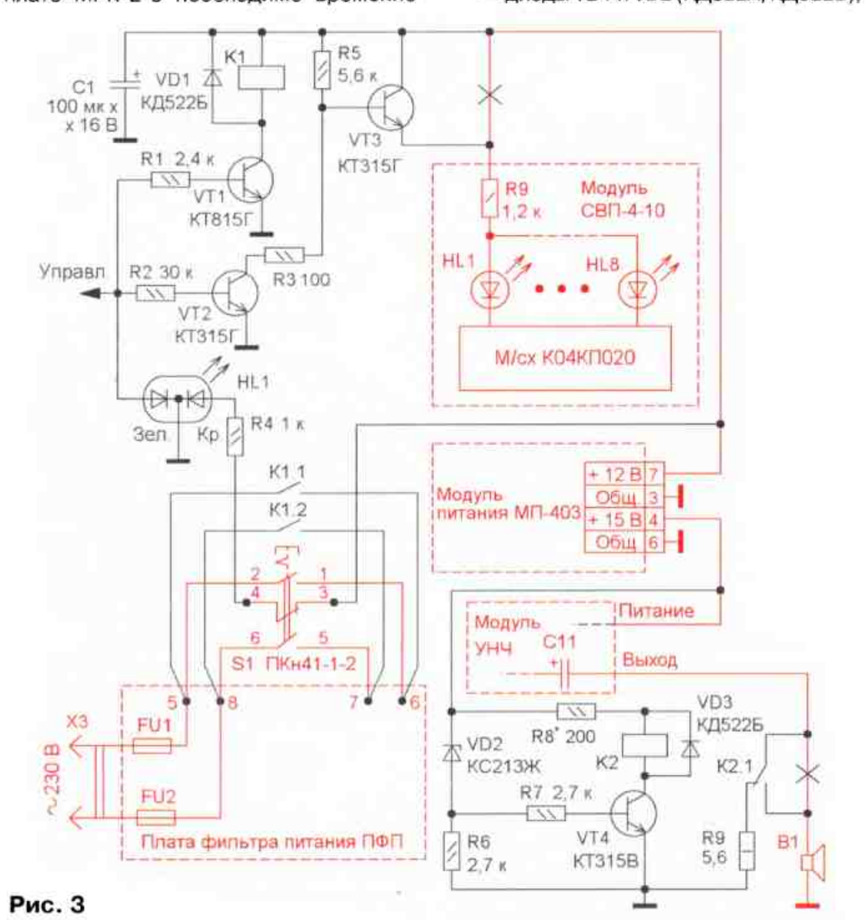


Рис. 3

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Сетевой выключатель телевизора S1 реализован на базе кнопочного переключателя ПКн41-1-2, который имеет две контактные группы, работающие на замыкание (контакты 1, 2 и 5, 6), и одну — на размыкание (контакты 3, 4). Последняя группа в телевизоре не используется. Этим можно воспользоваться для индикации положения выключателя телевизора. В выключенном состоянии контакты 3 и 4 переключателя S1 замкнуты. Через них и резистор R4 с блока питания телевизора напряжение +12 В поступает на красный кристалл светодиода HL1. В результате одновременного свечения двух кристаллов этого светодиода получится жёлтое свечение, которое свидетельствует о том, что телевизор подготовлен к отключению от сети с помощью ИК-пульта дистанционного управления цифрового ресивера.

В режиме приёма аналогового телевидения транзистор VT3 (рис. 3) открыт. Этот режим обеспечивается резистором R5, через который на базу этого транзистора подаётся напряжение питания. Этот транзистор включён в разрыв цепи, по которой через резистор R9 блока сенсорного выбора программ СВП-4-10 подаётся напряжение питания на аноды светодиодов (HL1—HL8), которые выполняют функцию индикации выбранного телевизионного канала в телевизоре. При переводе телевизора в режим работы от внешнего источника сигнала напряжение управления через резистор R2 поступает на базу транзистора VT2 и открывает его. В результате транзистор VT3 закрывается, тем самым разрывая цепь питания светодиодов HL1—HL8 СВП-4-10, и лишняя "иллюминация" на передней панели телевизора отключается.

Особенность дорабатываемой модели телевизора — неприятные хлопки, раздающиеся из громкоговорителя при включении и выключении. Этот неприятный для слуха эффект вызван процессом зарядки (при включении) и разрядки (при выключении) через динамическую головку громкоговорителя B1 оксидного конденсатора C11, установленного на выходе УНЧ, собранного на микросхеме К174УН7. Транзистор VT4 совместно с реле K2 реализует функцию "тихого" включения и выключения телевизора. Работает этот узел следующим образом. При включении телевизора напряжение питания УНЧ (+15 В) достигает своего номинального значения не мгновенно, а с некоторой задержкой, поэтому транзистор VT4 на начальном этапе находится в закрытом состоянии. В этом случае зарядка конденсатора C11 происходит через нормально-замкнутые контакты K2.1 реле K2 и резистор R9, который выполняет функцию эквивалента нагрузки УНЧ. Когда напряжение питания становится близким к напряжению стабилизации стабилитрона VD2, он открывается, через него начинает течь ток, который вызывает падение напряжения на резисторе R6. Это напряжение открывает транзистор VT4, реле K2 срабатывает и своими контактами подключает к выходу УНЧ головку громкоговорителя B1. Учитывая, что к этому моменту конденсатор C11 уже практически зарядился до напряжения половины питания (напряжение на выходе микросхемы К174УН7), неприятного хлопка не происходит.

При выключении телевизора процесс протекает в обратном порядке. Когда выходное напряжение блока питания уменьшается до величины, меньшей напряжения стабилизации стабилитрона VD2, он закрывается, ток через транзистор VT4 прекращается, реле K2 обесточивается и к выходу УНЧ через нормально-замкнутые контакты K2.1 подключается резистор R9, через который и разряжается конденсатор C11. В результате хлопка опять не происходит. Для нормальной работы этого узла стабилитрон VD2 должен иметь напряжение стабилизации около 13 В.

Следует заметить, что когда телевизор переведён в режим монитора (режим работы от внешнего источника сигнала), максимальная громкость просматриваемой телепередачи определяется положением регулятора громкости самого телевизора. В дневные часы, когда уровень шума повышен, мы делаем звук громче, в вечернее и ночное время, чтобы не мешать окружающим, — тише. Поэтому, когда телевизор переведён в режим полного управления от цифрового ресивера (жёлтое свечение светодиода HL1), при нажатии на ИК-пульте дистанционного управления кнопки выключения сначала происходит выключение самого ресивера, телевизор переходит в свой обычный режим и, если в вашем регионе ещё ведётся вещание в аналоговом стандарте, вы услышите звуковую трансляцию с той громкостью, которая установлена на самом телевизоре. Это длится буквально мгновение, но и данного времени достаточно, чтобы потревожить близких вам людей. Чтобы исключить этот неприятный эффект, в базовую цепь транзистора VT6 автоматического переключателя видеовходов (см. рис. 1) включён конденсатор C7, который обеспечивает небольшую задержку отключения блокировки модуля УПЧЗ радиоканала телевизора. Этой задержки достаточно, чтобы выключение было комфортным.

Чертёж печатной платы, на которой размещены элементы, реализующие функции выключения телевизора и отключения незначащей индикации блока СВП-4-10, показан на **рис. 4**. Она изготовлена из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм. Её желательно установить ближе к плате фильтра питания ПФП телевизора. Хочется обратить внимание, особенно начинающих радиолюбителей, на правильное подключение контактов реле K1.1 и K1.2 к сетевому выключателю телевизора S1. Если распаять провода от контактов реле K1 неверно, то в лучшем случае у вас перегорят предохранители, а в худшем — реле K1 и выключатель S1. Вход "Управл." платы необходимо соединить изолированным проводом с контактом X3/4 МРК-2-5. В блоке СВП-4-10 необходимо выпаять вывод резистора R9, который подключён к линии питания +12 В, и подключить его отдельным проводом к выводу эмиттера транзистора VT3.

Двухцветный светодиод размещают в любом удобном месте на передней панели телевизора. Для этого сверлят отверстие соответствующего диаметра, а сам светодиод фиксируется с помо-

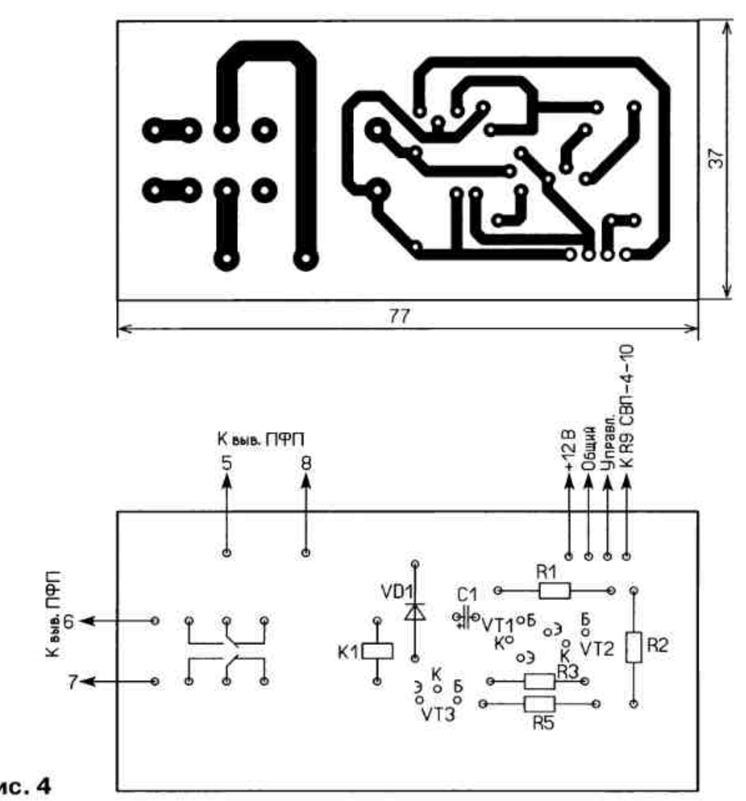
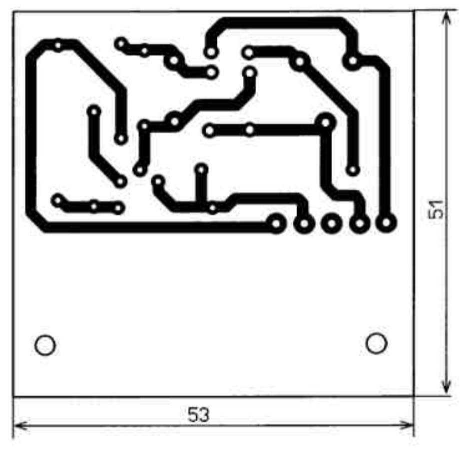


Рис. 4



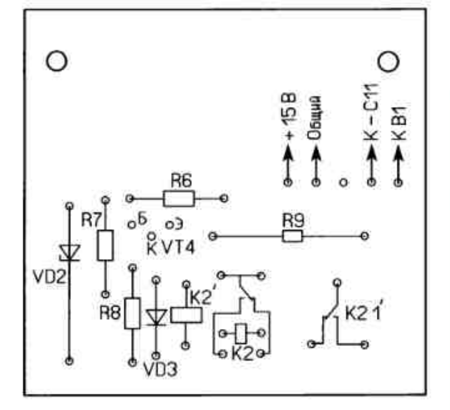


Рис. 5

щью термоклея. К выводу зелёного кристалла светодиода припаивают провод, идущий с контакта X3/4 МРК-2-5, а к выводу красного кристалла — резистор R4, второй вывод которого подключают к контакту 4 выключателя телевизора S1. На контакт 3 этого выключателя подключают напряжение +12 В.

Элементы, реализующие функцию бесшумного включения и выключения телевизора, смонтированы на печатной плате, чертёж которой показан на **рис. 5**. Установить её можно в любом удобном месте. Питание подают от линии питания УНЧ (+15 В) и разрывают связь между динамической головкой B1 телевизора и выходным конденсатором C11 УНЧ. Налаживание сводится к подбору резистора R8 (см. рис. 3). Его сопротивление зависит от типа реле, которое будет использовано. Рассчитать сопротивление резистора можно по формуле $R8 = R_к(U_{пит} - UK - U_{кэ})/U_к$, где $U_{пит}$ — напряжение питания, В; $U_К$ — номинальное напряжение обмотки реле, В (из справочника); $U_{кэ}$ — напряжение насыщения коллектор—эмиттер транзистора VT4, В (из справочника); $R_к$ — сопротивление обмотки реле, Ом.

В качестве реле K2 желательно использовать миниатюрное реле, оно, как правило, менее шумное. В предлагаемой конструкции использовано реле TRG5-12VDC-SA-CL с сопротивлением рабочей обмотки 960 Ом, для этого случая сопротивление резистора R8 — 200 Ом. Следует отметить, что печатная плата предусматривает установку и другого реле — NRP-12-C-12D-H (K2'), в этом случае сопротивление резистора R8 должно быть 56 Ом. Возможно использование других реле, но тогда потребуется корректировка топологии печатной платы. Для управления реле K2 применён транзистор КТ315В, у которого максимальный ток коллектора — 100 мА. Это надо учитывать при выборе типа реле, принимая во внимание тот факт, что в выходные и праздничные дни телевизор может работать продолжительное время. Поэтому, если номинальный ток через обмотку реле превышает 60 мА, лучше применить более мощный транзистор, например, любой из серии КТ815.

Остальные элементы, применённые в устройстве: постоянные резисторы — МЛТ, подстроечные — СП3-38а, оксидные конденсаторы — импортные, остальные — плёночные или керамические. Транзисторы серии КТ315 можно заменить транзисторами из серий КТ3102, BC547, диоды КД522Б — любые из серии 1N400x. Стабилитрон КС213Ж можно заменить на маломощный с напряжением стабилизации 12...13 В, например, КС512А, 1N4742A, 1N4743A. Светодиод HL1 — любой двухцветный трёхвыводной с общим катодом. Реле K1 — TRA3L-12VDC-S-2Z, его можно заменить аналогичным с номинальным напряжением обмотки 12 В, двумя группами замыкающих контактов, рассчитанных на ток не менее 5 А напряжением 230 В. Смонтированная плата автоматического переключателя видеовходов показана на **рис. 6**.

В заключение следует отметить, что автоматический переключатель видеовходов не рассчитан на совместную работу с видеомагнитофоном. Чтобы такая возможность появилась, необходимо дополнить её транзисторным ключом, который будет замыкать контакт 3 разъёма X8 МРК-2-5 на корпус (изменение постоянной времени АПЧиФ субмодуля синхронизации УСР). Управлять этим ключом желательно либо непосредственно с видеомагнитофона, если он оборудован разъёмом СКАРТ (контакт 8 — сигнал управления, контакт 9 — корпус), либо "привязать" управление к шестой или восьмой кнопке блока сенсорного выбора программ (в зависимости от модели вашего телевизора). Следует отметить, что в некоторых моделях блоков сенсорного выбора программ такой ключ уже предусмотрен. Чтобы это проверить, необходимо измерить напряжение на контакте 3 разъёма X8 МРК-2-5. Если при нажатии на последнюю кнопку блока сенсорного выбора программ это напряжение близко к нулю, то вам повезло, если напряжение не изменилось, то следует ещё проверить наличие перемычек на плате МРК-2-5 (перемычки Е-Е, И-И и двойная Ж-Ж).

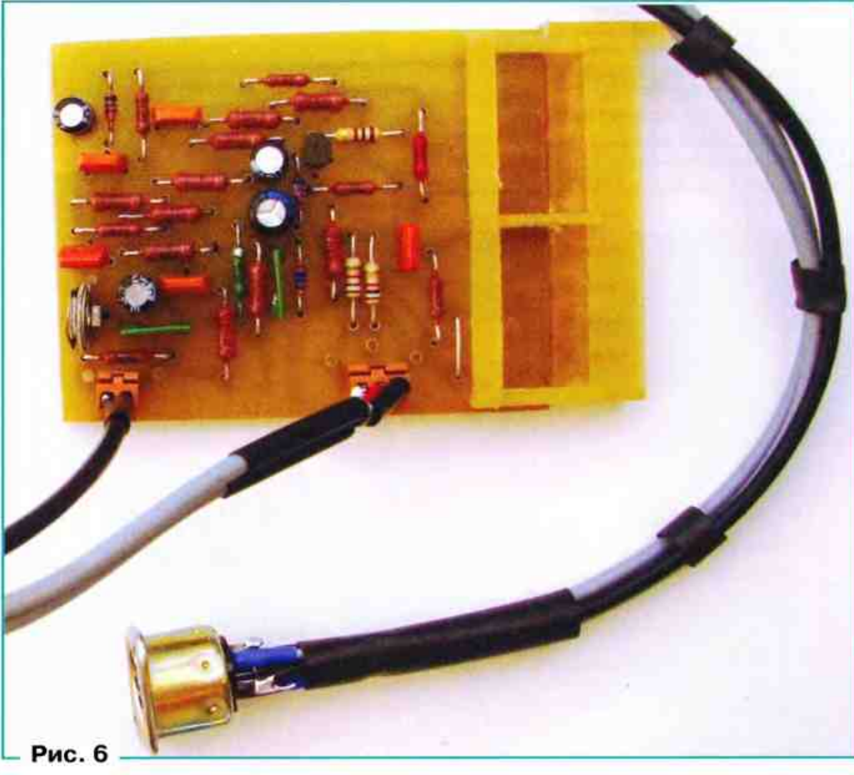


Рис. 6

РАДИО®
ВИДЕОТЕХНИКА
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 2, 2019

Миниатюрные микрофонные стереоусилители

А. НОСОВЕЦ, г. Новосибирск

Большинство ноутбуков и звуковых карт компьютеров рассчитано на подключение одного конденсаторного монофонического микрофона с фантомным питанием. Чтобы иметь возможность подключать стереофонический микрофон или два "петличных" микрофона, автор занялся изготовлением микрофонных стереоусилителей.

Схема простого стереоусилителя такого назначения изображена на **рис. 1**. К нему можно подключить один стереофонический (к разъёму XS1.1) или два монофонических (один — к разъёму XS1.1, другой — к разъёму XS1.3) микрофона. Выходной сигнал снимают с разъёма XS1.2. Единственный орган управления — выключатель питания SA1. Подстроечные резисторы R7 и R8 предназначены для регулировки уровней выходных сигналов в процессе налаживания устройства. Питается усилитель от литиевых элементов CR2032 (G1 и G2), установленных в держатели, снятые с неисправных компьютерных материнских плат. Светодиод

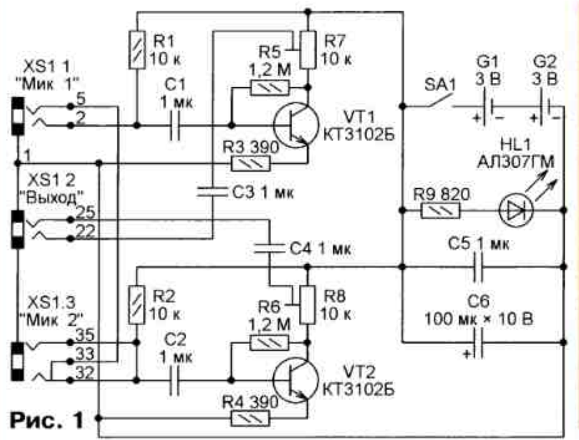


Рис. 1

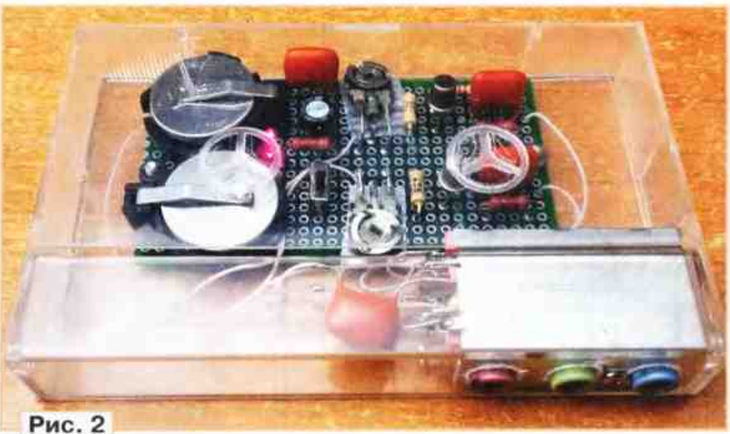


Рис. 2

Рис. 3

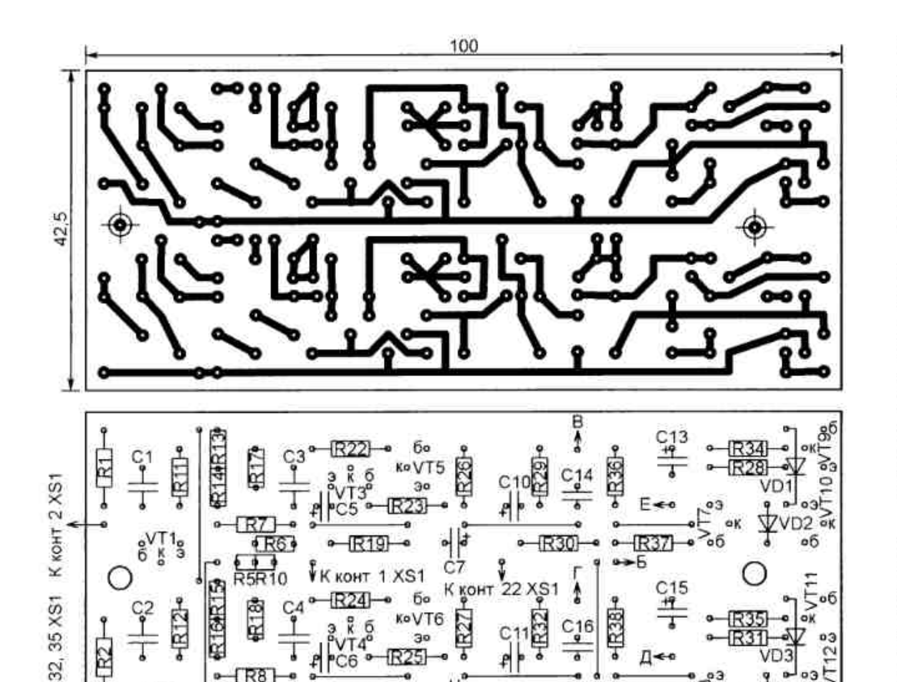


Рис. 4

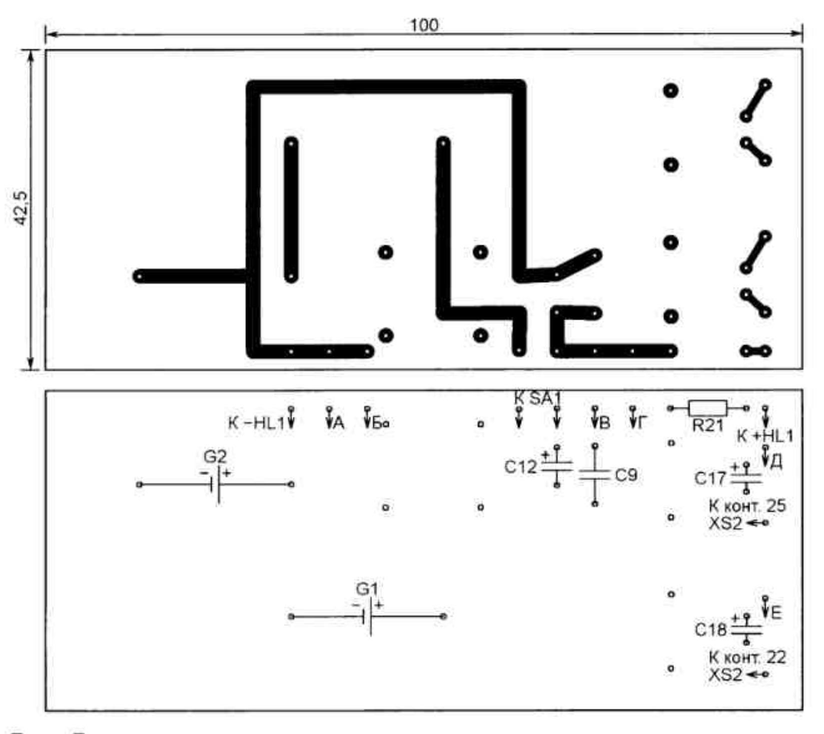


Рис. 5

HL1 служит индикатором включённого питания.

Устройство собрано на макетной плате, помещённой в коробку для хранения магнитофонной аудиокассеты (**рис. 2**) и закреплённой в ней винтами с потайными головками. Блок XS1 из трёх гнёзд для аудиоштекеров диаметром 3,5 мм PJC1-RBGP-13-LF [1] расположен в той части коробки, куда вставлялась головка аудиокассеты. Для него просверлены необходимые отверстия. Блок соединён с платой проводами МГТФ.

Впоследствии был разработан более сложный микрофонный усилитель, схема которого изображена на **рис. 3**. Добавлены входной разъём XS2.1 для соединения с ещё одним источником сигнала, например, линейным выходом ноутбука или другого стороннего источника сигнала, и усилитель для контрольного прослушивания на головные телефоны, подключённые к разъёму XS2.2.

Усилитель собран в двух склеенных между собой коробках для аудиокассет, одной оказалось недостаточно. В первой находится печатная плата с большинством деталей устройства, чертёж которой изображён на **рис. 4**. Во второй размещена плата с держателями элементов питания, оксидными конденсаторами большой ёмкости, керамическим конденсатором C9 и резистором R21. Чертёж этой платы — на **рис. 5**.

Контактные площадки обеих плат, обозначенные одинаковыми буквами А—Е, соединены между собой проводами МГТФ, пропущенными в специально просверленные в коробках отверстия. Такими же проводами соединены с печатными платами и блоки разъёмов, установленные в выемке коробки рядом с первой платой. Длина проводов выбрана с запасом, чтобы платы можно было извлечь для ремонта или доработок, не нарушая соединений.

На первой плате имеются два крепёжных отверстия. Используя её в качестве шаблона, аналогичные отверстия просверлены в склеенных коробках и на второй плате. Вся конструкция скреплена пропущенными сквозь эти отверстия винтами.

Печатные платы я разрабатывал под имевшиеся у меня радиодетали с учётом размеров коробок. Конденсаторы больших размеров пришлось уложить на плату или наклонить. Также пришлось удалить кусачками предназначенные для фиксации аудиокассет выступы внутри коробок. Возможно, если собрать усилитель из радиодеталей для поверхностного монтажа, можно было бы обойтись одной платой и коробкой.

Планировалось применить только транзисторы серий КТ315 и КТ361, но они оказались очень шумными и с большим разбросом коэффициента передачи тока базы. Поэтому в процессе отработки усилителя почти все они были заменены на КТ3102Б и КТ3107Б. Именно такой усилитель с разнотипными транзисторами изображён на фотоснимке **рис. 6**. Возможна замена всех транзисторов и на импортные BC547B (n-p-n) и BC557B (p-n-p).

Налаживание заключалось в установке уровней выходных сигналов. Для этого вместо пар резисторов R3, R4; R5, R6; R13, R14; R15, R16; R29, R30 и R32, R33 были временно впаяны подстроечные резисторы сопротивлением 10...100 кОм. После регулировки сопротивление частей этих резисторов в найденных положениях их движков было измерено, и вместо них впаяны постоянные резисторы ближайших номиналов. На схеме указаны те номиналы, что получились у меня. В дальнейшем все необходи-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Рис. 6



Рис. 7

Рис. 8

Рис. 9

мые регулировки выполняются в компьютерных программах, обрабатывающих сигналы микрофонного усилителя.

Стереофонический микрофон для работы с описанными усилителями был собран из двух одинаковых монофонических компьютерных микрофонов фирмы Genius, установленных на общую подставку (**рис. 7**) и развёрнутых по горизонтали на угол 110 градусов. Расстояние между микрофонами такое же, как между ушами человека, а угол моделирует теневой эффект человеческой головы [2]. Они соединены с одним стерефоническим штекером диаметром 3,5 мм согласно схеме на **рис. 8**.

Из конденсаторных микрофонов от недорогих микротелефонных гарнитур были изготовлены также "петличные" микрофоны (**рис. 9**), которые можно использовать, например, для записи интервью. Неиспользуемые провода гарнитур, идущие к головным телефонам, были откушены кусачками.

Корпусы микрофона изготовлены из частей шариковых авторучек, которые фиксируют в них пишущие стержни. Это верхние колпачки и отпиленные части корпусов ручек, в которые они ввинчиваются. В вершинах колпачков просверлены отверстия, в них пропущены провода, к которым припаяны микрофонные капсюли. Для распознавания микрофонов использованы детали от авторучек красного и зелёного цветов. В качестве ветрозащиты на микрофоны надеты поролоновые амбушюры от телефонов, вставляемых в уши.

Для крепления микрофонов к одежде применены пластмассовые бельевые прищепки. На них закреплены саморезами обрезанные защитные колпачки от авторучек. Чтобы, ввинчивая саморезы, не расщепить материал, из которого сделаны прищепки, в последних нужно предварительно просверлить отверстия. Следует учесть, что та часть колпачка, за которую он будет крепиться к прищепке, должна быть достаточно широкой. В получившиеся клипсы устанавливают собранные микрофоны.

ЛИТЕРАТУРА

1. 3.5mm Phone Jack 90 3X1. — (URL: **http://m.morethanall.com/images/products/September2017/EKVYFhtkvZbzNgM379w7.pdf** (30.11.2018).

2. **Алдошина И., Приттс Р.** Музыкальная акустика. Учебник. — СПб.: Композитор, Санкт-Петербург, 2006.



И. РОГОВ, г. Ростов-на-Дону

С 22-го по 25 ноября 2018 г. в Москве в Акустическом центре МТУСИ прошла очередная выставка "Российский Hi-End 2018". На ней можно было увидеть, услышать и даже пощупать высококлассную звуковоспроизводящую аппаратуру, в хорошей доброжелательной атмосфере пообщаться с участниками, узнать подробности о представленной технике и даже послушать на ней свои фонограммы. На выставке было много новых участников — каждый год она открывает новые имена. Постоянные участники показали как уже известные устройства (в большинстве своём усовершенствованные), так и абсолютно новые изделия. А также на выставке было много посетителей, в часы "пик" просто не протолкнуться. Причём отрадно было видеть посетителей самого разного возраста, в том числе и девушек — аудиодело традиционно считается "неженским". Заметны были и постоянные посетители, с которыми ежегодно встречаешься и общаешься на выставке. То есть это не только выставка аудиотехники, это — своеобразная тусовка нескучных и образованных людей в самом лучшем смысле этого слова. Это живое общение, обмен опытом, возможность узнать что-то новое, да и просто отдохнуть душой и насладиться хорошим звуком. В этом плане она очень удачная, а для многих и это немало.

Хорошо заметно, что уровень представленных на выставке конструкций повышается от выставки к выставке, регулярно появляются новые конструкции. И особенно приятно, что не только звучание от отечественного Hi-End'а ничуть не хуже, а в ряде случаев намного лучше, чем именитого западного, но в аппаратуре присутствуют и все необходимые сервисные функции, улучшается и дизайн изделий.

Но выставка 2018 г. меня приятно поразила. Количественные изменения наконец перешли в качественные, и выставка в целом стала восприниматься именно выставкой продукции, промышленной и конкурентно способной, а не показом радиолюбительских поделок. Количество перешло в качество не только звука, не только дизайна и отделки. Некоторые участники из радиолюбителей как-то резко перескочили в профессионалы, не все и не до конца, но изменения значительны.

Причём подход к созданию аппаратуры наконец-то стал системным, появился весь комплекс продуктов, необходимый для создания законченного аудиокомплекса. Это и усилители, и акустические системы, и источники сигнала, и ЦАПы, и кабели. И впервые я встретил стойки фирмы **LB HELIUM** под аппаратуру — очень интересные и качественные. Этими стойками были оснащены экспозиции многих участников.

Фото 1

Предлагаю читателям небольшой обзор её экспонатов. Поскольку концепция Hi-End предполагает в первую очередь субъективные оценки, то оставляю за собой право излагать здесь именно свои оценки.

Компания **AllB-music** (читается как "Оллби") представила линейку напольных акустических систем (**фото 1**).

Концепция компании — использование в кроссоверах (разделительных фильтрах) исключительно фильтров первого порядка. Это единственный тип фильтра, имеющий идеальную фазово-частотную и переходную характеристики, что обеспечивает максимальную естественность звучания. Невысокая крутизна спада таких фильтров слабо подавляет сигналы вне рабочей полосы частот на протяжении двух-трёх октав. Поэтому компания использует динамические головки собственной разработки, оптимизированные для работы в таких условиях. Все АС компании производятся в России, включая динамические головки и корпуса. Оптимизация режимов работы динамических головок в АС, соблюдение спроектированной конфигурации и точной геометрии акустического оформления обеспечивает предельно естественную передачу звучания с сохранением мельчайших оттенков и нюансов записи, энергетики произведения, рельефности и виртуальных музыкальных образов, воздуха и масштабной звуковой сцены.

АС *Tower 18* представляет собой классическую трёхполосную конструкцию с 18-дюймовой басовой головкой и имеет высокую чувствительность 97 дБ. Сопротивление — 8 Ом, полоса воспроизводимых частот — 18 Гц...28 кГц, номинальная мощность — 300 Вт.

Tower 10.2 — также напольная трёхполосная АС. В ней СЧ-головка с линейной частотной характеристикой до 12 кГц несколько ограничена частотой разделения полос СЧ и ВЧ, равной 6 кГц. В оформлении применены две НЧ-головки, что снижает искажения и повышает площадь излучения звука. Номинальное сопротивление АС — 8 Ом, полоса воспроизводимых частот — 27 Гц...25 кГц, чувствительность — 92 дБ, номинальная мощность — 150 Вт.

АС *Tower 12* также трёхполосная: чувствительность — 93 дБ, полоса воспроизводимых частот — 25 Гц...28 кГц, номинальные сопротивление и мощность — 8 Ом и 150 Вт соответственно.

Супертвитер AllB Music (он может быть установлен на верхней плоскости корпусов АС) позволяет поднять верхнюю частотную границу АС до 45...50 кГц. Такие показатели открывают возможности для воспроизведения форматов высокого разрешения и позволяют обеспечить динамичное музыкальное звучание с обилием высокочастотных деталей.

Noize Fabrik Александра Буткарёва продолжает традиции разработки АС открытого типа.

На выставке были продемонстрированы новые АС *Monument 5.0* (***фото 2 на 2-й с. обложки***). Это трёхполосная система с трансформируемым акустическим оформлением секций СЧ и НЧ (открытый ящик — панель акустического сопротивления — закрытый ящик), что расширяет возможности её эксплуатации в различных акустических условиях.

(Начало см. на 2-й с. обложки)

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Открытые АС свободны от врождённых недостатков закрытых корпусных оформлений, таких как стоячие волны внутри корпуса и воздействие отражённого звука на обратную сторону диффузора. К тому же открытое оформление имеет дипольную диаграмму направленности, что заметно меньше возбуждает комнатные моды, т. е. АС легче вписывается в акустику помещения; можно забыть о низкочастотном гуле и "затянутом" басе. Ещё одна особенность такого оформления — "атмосферность" звука и "эффект присутствия", возможность получить масштабный звук в относительно небольшом корпусе, что немаловажно при установке акустики даже в типовых комнатах площадью более 15 м^2.

В представленных на выставке АС использован новый набор динамических головок, кардинально изменена виброразвязка секции СЧ-ВЧ от корпуса и по-другому настроен кроссовер, что дало более широкую горизонтальную диаграмму направленности. Также в обновлённом корпусе появилась возможность изменять акустическое оформление секций НЧ и СЧ-ВЧ от ОЯ (возможно с ПАС) и ЗЯ. Таким образом, АС можно подстроить под практически любое помещение и задать им любой желаемый стиль звучания. Особое внимание было уделено возможности прослушивать музыку на минимальных уровнях громкости, а также достойно воспроизводить экстремально тяжёлые и насыщенные музыкальные жанры. Четыре низкочастотные головки обеспечивают мощное звучание басовых партий вплоть до самого нижнего регистра. Полоса воспроизводимых частот АС (по уровню −3 дБ) — 30...25000 Гц при неравномерности АЧХ в рабочей области ±2 дБ, чувствительность — 94 дБ, номинальное сопротивление — 6 Ом.

И как всегда — отличный дизайн, великолепное качество изготовления и замечательный звук. Но всё же больше всего мне помнятся колонки, показанные на позапрошлой выставке. У них был совершенно необычный дизайн, под стать необычному акустическому оформлению. Эти же — хоть и красивые, хоть и перестраиваемые, но всё же "традиционные параллелепипеды".

Лаборатория Георгия Крылова, хорошо известный и опытный производитель высококлассных колонок, представила три АС (***фото 3 на 2-й с. обложки***).

Поскольку Георгий традиционно не присваивает названий своей продукции, то я назвал их для себя "три медведя" — большая, средняя и маленькая. Большая напольная трёхполосная АС имеет полосу воспроизводимых частот 35 Гц...25 кГц, номинальное сопротивление 4 Ом и максимальную мощность 100 Вт. Выполнена она на топовых головках фирмы Scan-Speak. Средняя АС — двухполосный полочный монитор также выполнен на головках Scan-Speak, имеет полосу воспроизводимых частот 45 Гц...20 кГц, сопротивление 8 Ом и номинальную мощность 50 Вт. Самые маленькие АС — двухполосные минимониторы, несмотря на весьма скромные габариты воспроизводят звук в полосе 60 Гц...30 кГц. Георгию всегда хорошо удаётся поместить в маленький объём много качественного звука. Частотный диапазон этих мониторов расширен в высокочастотную область благодаря использованию в качестве ВЧ-звена излучателя Хейла — это очень лёгкие и быстрые головки, обеспечивающие чёткие и очень прозрачные верхние частоты.

Отличительные особенности продукции Георгия — тщательнейшая проработка конструкции, сборка и настройка. Отличная стыковка полос. Применены только высококачественные компоненты (на мой взгляд, даже слишком дорогие). Результат — отличный звук, масштабная сцена, широкая диаграмма направленности.

Кроме акустических систем, Георгий представил нехарактерный для него продукт — интегральный транзисторный усилитель. Его основные параметры: отсутствие общей ООС, выходная мощность — 50 Вт на нагрузке 8 Ом и 90 Вт — на нагрузке 4 Ом, а минимальное сопротивление нагрузки — 2 Ом.

Мастерская Sheet Control представила совершенно необычные громкоговорители, наверняка ставшие "изюминкой" выставки (**фото 4**).


Фото 4

Подойдя к их стенду, я увидел подвешенные на стойках обтянутые акустической тканью тонкие панели, из которых красиво звучала музыка! В качестве излучателей в этих АС использованы жёсткие панели из материала со специальной структурой. С задней стороны каждой панели укреплено по два активатора, которые возбуждали вибрацию панели, в результате чего панель излучала звук. Всё это — и сама панель, и активаторы, и точки возбуждения колебаний — результат тщательнейшего расчёта. Авторы позиционируют такие громкоговорители как новое поколение технологии NXT (New Transducer Technology), которые обозреватели уже успели назвать громкоговорителями XXI века.

NXT — это технология плоских звукоизлучаемых панелей, в которых возбуждение колебаний осуществляется в одной точке с помощью подвижной звуковой катушки динамической головки, пьезоэлемента или другого электромеханического преобразователя. Фактически панель излучает звук посредством изгибных колебаний. Основная идея заключена в получении звука со всей поверхности панели при минимально выраженных резонансных свойствах. В процессе возбуждения на всей её поверхности действуют сложные вибрационные процессы. Научное название этого явления — "режим распределённой вибрации". Подобные излучатели эффективно воспроизводят звуковые колебания частотой до 8...10 кГц, поэтому, как правило, нуждаются в дополнительной ВЧ-головке.

Открытый излучатель был показан для демонстрации принципа действия. А сами АС *"Sexite 29"* с подобными излучателями представляют собой изящные плоские конструкции. На самом верху был установлен дополнительный твитер (ВЧ-излучатель) в оригинальном оформлении. Толщина этих АС меньше 15 см — самые плоские на выставке.

Кроме малой толщины и хорошего звука, АС обладают и другими достоинствами. При передвижении слушателя по помещению практически невозможно обнаружить никаких изменений ни частотного спектра, ни громкости. Какое бы место вы ни заняли в помещении, всегда окажетесь в пределах трёхмерной звуковой сцены, без деградации частотного диапазона. Прослушивание музыки на достаточном уровне громкости оказывается одинаково комфортным как рядом с АС, так и на значительном удалении от неё. Полоса воспроизводимых частот — 25...20000 Гц, чувствительность — 89 дБ, номинальное сопротивление секции СЧ-ВЧ — 4 Ом и секции НЧ — 8 Ом, их мощность — соответственно 40 и 200 Вт. Компактность и стильный вид, который при хорошем качестве звука впишется в любой интерьер, — главные достоинства этих АС.

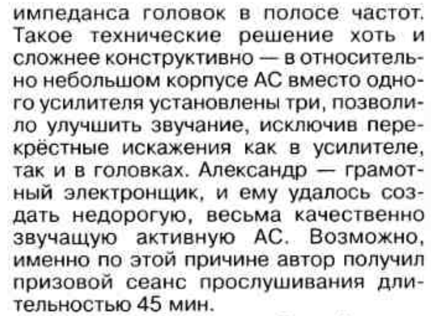
Студия Round Audio Леонида Рудомёткина показала уже известные по предыдущей выставке открытые АС весьма необычного дизайна (***фото 5 на 2-й с. обложки***).

Речь идёт об АС *Round Audio FR212OB "LadyBird"*, что в переводе с английского означает "божья коровка". Действительно, своей расцветкой и округлостью АС напоминают это насекомое. Необычная конструкция — "разрезанный цилиндр" совместно с акустической панелью — работает подобно открытому ящику, повышая КПД. На акустической панели установлены две разнонаправленные широкополосные головки российского производства, и звуковые катушки, включённые противофазно, обеспечивают синфазное движение диффузоров. Такое оформление позволяет уменьшить нелинейные искажения динамических головок: уровень второй гармоники громкоговорителя значительно снижен в результате взаимной компенсации. Кроме того, использование двух головок повышает отдачу АС и её акустическую мощность. Благодаря применению широкополосных головок и отсутствию разделительных фильтров эти АС имеют хорошие фазово-частотную и импульсную характеристики.

На выставке была представлена новая версия этих АС. Кроме небольших доработок конструкции, АС дополнены ВЧ-излучателями, также дипольными, излучающими звук и вперёд, и назад, как и основные головки (в прошлом году недостаточность самых верхних частот показалась, видимо, не только мне, но и самим разработчикам). Для любителей самого низкого баса АС можно дополнить также басовой секцией (на фото жёлтого цвета), выполненной по тому же принципу, но использующей другие головки. Звук получился очень интересный, цельный и слитный.

Дебютант выставки **КБ "Клевер Аудио"** в лице его руководителя Александра Муринова представил трёхполосные активные АС (**фото 6**) и цифроаналоговый преобразователь, т. е. почти законченную систему для воспроизведения музыки.

АС имеют грамотную конструкцию и приятный дизайн, они собраны на недорогих головках и тщательным образом отстроены. Система спроектирована по принципу "триампинг" — внутри корпусов АС установлено по три усилителя, каждый из которых работает на свою динамическую головку. Разделение частот осуществляется активными фильтрами, включёнными перед УМЗЧ. Активные фильтры, в отличие от пассивных, имеют частотные характеристики, наиболее близкие к теоретическим, так как на их работу не влияют изменения



импеданса головок в полосе частот. Такое технические решение хоть и сложнее конструктивно — в относительно небольшом корпусе АС вместо одного усилителя установлены три, позволило улучшить звучание, исключив перекрёстные искажения как в усилителе, так и в головках. Александр — грамотный электронщик, и ему удалось создать недорогую, весьма качественно звучащую активную АС. Возможно, именно по этой причине автор получил призовой сеанс прослушивания длительностью 45 мин.

Ателье Styleacoustic Алексея Коваленко представило свои новые акустические системы (**фото 7**).

Традиционная для автора трансмиссионная линия стала основой их акустического оформления. Особенности трансмиссионной линии: повышение КПД небольшой динамической головки, мощная подача НЧ-спектра, хорошее разрешение и практически без "гудёжа" позволяют существенно понизить границу воспроизводимых частот в сравнении с оформлением в виде ФИ и ЗЯ. Естественно, есть и побочный эффект — это "гребёнка" резонансов на выходе из порта; с этим приходится бороться и полностью устранить не удаётся. Для подобного акустического оформления практически нет программ моделирования, поэтому настройка трансмиссионной линии достаточно субъективна.

Топовые АС *Tango 8715* построены по 2,5-полосной схеме. По сути, это крупная двухполосная система с 7,5-дюймовой мидбасовой головкой, усиленной снизу 8-дюймовой НЧ-головкой и 1,5-дюймо-



Фото 6



Фото 7

вой ВЧ-головкой. То есть в полосе НЧ работают две разные головки, что довольно необычно. Причём эти головки имеют специальное расположение в трансмиссионной линии для снижения её резонансов. Большой по площади порт расположен внизу сзади. Полоса воспроизводимых частот по уровню –3 дБ — 35...20000 Гц, чувствительность — 90 дБ, номинальное сопротивление — 4 Ом.

Более бюджетная модель — 2,5-полосная АС *Tango 861*, предназначена для небольших помещений и способна развивать приличное звуковое давление благодаря совместной работе двух головок на общий канал трансмиссионной линии. Полоса воспроизводимых частот по уровню –3 дБ — 35...20000 Гц, чувствительность — 89 дБ, номинальное сопротивление — 4 Ом. Во всей полосе ЗЧ АС имеют достаточно ровный импенданс, поэтому нет проблем для их сочетания с ламповым усилителем.

головки имеют очень лёгкие и очень жёсткие диффузоры и в своём частотном диапазоне работают в поршневом режиме, что значительно улучшает качество звучания и смещает верхнюю границу ВЧ до 40 кГц.

АС *Symphony 2* выполнена на головках с бумажными диффузорами и имеет частотную структуру в 3,5 полосы. Это означает, что одна из НЧ-головок работает в своём полном диапазоне НЧ и в нижней части диапазона СЧ, а другая — только в диапазоне НЧ (давая те самые 0,5 полосы). Это позволяет улучшить воспроизведение самых низких частот, где требуется большая площадь излучателей и большой объём смещаемого воздуха. На этих частотах НЧ-головки работают совместно. АС имеют широкую полосу воспроизводимых частот, низкие искажения и хорошую чувствительность, поэтому нередко использовались для демонстрации работы различных усилителей, представленных на выставке.

Этот весьма широкополосный и быстродействующий интегрированный усилитель мощности является логическим продолжением предыдущего проекта. Конструктив и комплектация полностью изменены, есть отличия и в схеме. Конструкция — полноценное "двойное моно". Блок питания — полностью стабилизированный для всех каскадов усиления. Мощность блока питания — 450 Вт. Суммарная ёмкость конденсаторов в фильтре питания составляет почти одну фараду. Усилитель имеет кратчайший путь сигнала от входа до выхода — входные разъёмы и выходные терминалы установлены прямо в плате, которая расположена параллельно задней панели, поэтому подводящие провода практически отсутствуют. Недостаток усилителя — низкая выходная мощность: 30 Вт — на нагрузке 4 Ом и 15 Вт — на нагрузке 8 Ом. Полоса пропускания — 0...8 МГц, скорость нарастания выходного напряжения — 400 В/мкс, отноше-



Фото 9

Мэтр отечественного аудио Сергей Давидович Бать и Виктор Луханин — лаборатория **Batti Lab** — показали высший класс в построении акустических систем. На выставке демонстрировалась уже известная по прошлому году АС *Symphony Grand* и совершенно новая *Symphony 2* (***фото 8 на 2-й с. обложки***).

АС *Symphony Grand* — четырёхполосные, в которых все парные головки расположены симметрично относительно центра АС. Такое расположение создаёт ощущение громоздкости конструкции (а АС и вправду тяжёлые и конструктивно состоят из трёх отдельных блоков), но зато оно создаёт очень равномерное звуковое поле. Исчезает всякая направленность на источник звука, уменьшаются комнатные резонансы и стоячие волны. Секции СЧ-ВЧ выполнены по схеме д'Апполито. Эта схема улучшает равномерность АЧХ на средних частотах (самых важных для восприятия) и расширяет диаграмму направленности по горизонтали, благодаря чему заметно расширяется оптимальная зона прослушивания. Для воспроизведения верхней части полосы СЧ и высоких частот используются головки с металлическим диффузором: для СЧ — титановые, на ВЧ — бериллиевые. Эти

Лаборатория **Prophetmaster Audio** в лице Олега Шаманкова представила значительно улучшенный вариант усилителя *Tierra* (**фото 9**), демонстрировавшегося на одной из прошлых выставок.

Усилитель интересен тем, что его выходной каскад я бы назвал работающим в "групповом классе А". Он представляет собой 48 микросхем мощных аналоговых буферов, соединённых параллельно и управляемых от усилителя на ОУ. Их суммарный ток покоя — около 1 А, что вполне соответствует классу А. Интересной особенностью применяемых микросхем является то, что составляющие их транзисторы не входят в режим отсечки. Сами буферы являются высоколинейными быстродействующими устройствами, предназначенными для работы с относительно низкоомной нагрузкой. Идеология этого усилителя в значительной степени отличается от классической и основывается на принципе суммирования токов — каждая микросхема выходного каскада работает с малым током, в оптимальном режиме, но большое число этих микросхем, включённых параллельно, могут обеспечить максимальный ток в нагрузке более 12 А на низких частотах и до 20 А в импульсе.

ние сигнал/ шум — 120 дБ, энергоёмкость блока питания — до 172 Дж.

Усилитель продемонстрировал высокое качество звучания со многими АС, хотя для него более подходят высокочувствительные АС.

Дизайн корпуса и его компьютерную модель разработал Владимир Сущев (компания AST).

ООО Razin & Musatoff Олега Разина и Константина Мусатова представило широкую гамму продукции (***фото 10 на 2-й с. обложки***).

Это ламповые и транзисторные усилители, усилители для головных телефонов, усилитель-корректор, различные акустические системы. Всё это тщательно, инженерно проработано, отлично оформлено и великолепно играет. Наверное, это единственные участники выставки, у которых усилители оснащены не только красивыми и функциональными индикаторами, но ещё и автоматикой, контролирующей состояние аппаратуры и помогающей ею пользоваться. Работа каждого из усилителей управляется встроенным микроконтроллером.

Из усилителей был представлен хорошо зарекомендовавший себя ламповый *"Антрацит"* второй версии с двухтактными выходными каскадами на

лампах 6С33С. Уникальность усилителя в том, что, несмотря на то что он является двухтактным, он практически не уступает по разрешению и микродинамике триодным однотактным усилителям, а по басу и макродинамике — мощным пентодным двухтактным усилителям.

Второй ламповый усилитель — *"Фараон"*. Единственный на рынке интегральный двухтактный усилитель мощностью 2×125 Вт на "королеве триодов" — лампе ГМ-70. Уникальность этого усилителя в том, что на таких лампах никогда не делали усилителей в интегральном исполнении, а только в виде моноблоков с отдельным предусилителем. Несмотря на трудности, связанные с тем, что этот триод имеет высокое внутреннее сопротивление и требует высокого анодного напряжения, его применение позволило добиться высокой линейности и малых искажений при неглубокой обратной связи. Устройство оснащено системами слежения за режимами работы и автоподстройки токов ламп. Усилитель имеет полнофункциональный пульт дистанционного управления, с помощью которого можно регулировать громкость, переключать входы, отключать и выполнять другие функции.

Транзисторные усилители были представлены моделью *Musatoff PA-20* — новой, пятой версии с встроенным ЦАП. Главное отличие этого усилителя — невероятная точность передачи музыкального материала. Для её достижения потребовалось применить целый ряд как известных, так и новых приёмов. Среди них борьба с тепловыми искажениями в активных элементах, минимизация фазовых искажений в усилителе, исключение из сигнального тракта межкаскадных конденсаторов и усиление от постоянного тока, статическая и динамическая стабилизация режима работы выходного каскада. Для минимизации помех применена трёхступенчатая стабилизация питания предварительного усилителя.

Усилитель обладает богатым набором функций управления с помощью одной многофункциональной ручки энкодера или полнофункционального пульта ДУ. Имеется возможность подстройки корректора под характеристики головки звукоснимателей, выбора чувствительности по различным входам, выбор режимов работы — интегрального усилителя, усилителя мощности и предварительного усилителя.

Номинальная выходная мощность усилителя — 120 Вт на нагрузке 4 Ом и 75 Вт — на нагрузке 8 Ом, нелинейные искажения — 0,005 %, полоса усиления — 0...240 кГц.

ЦАП построен на микросхеме TDA1541A и работает на частотах 352,8 и 384 кГц, принимая сигналы по оптическому или коаксиальному кабелю, читает WAV-файлы с flash-накопителя.

Акустические системы — уже известные *Musatoff AS-9, AS-10, AS-11* и новые *AS-12*. Это 2,5- и 3,5-полосные АС с очень интересным конструкторским решением НЧ-секции. В них используются две динамические головки разных типов, работающие на общий закрытый объём. Басовый регистр воспроизводится НЧ-головкой диаметром 10 дюймов, установленной снизу корпуса АС. Мидбас воспроизводится более лёгкой и быстрой головкой (мидвуфером) диаметром 8 дюймов, установленной на лицевой панели АС, без применения в таких случаях фильтра ВЧ, защищающего эту головку от самых низких частот. Здесь же движение диффузора мидвуфера на самых нижних частотах тормозится создаваемым НЧ-головкой давлением внутри корпуса АС. Таким образом, вместо фильтра ВЧ используется акустическая компенсация части сигнала. В результате бас становится более быстрым и чётким вследствие максимальной скорости и точности работы мидвуфера.

Новые большие напольные колонки *AS-12* сделаны как расширение уже известной модели *AS-10*. Верхние три динамические головки в них такие же, а вот в НЧ-секции применена головка размером 12 дюймов, что позволило получить нижнюю граничную частоту 25 Гц. В конструкции корпуса приняты меры для подавления внутренних резонансов.

Noosfera Lab Игоря Виноградского представила два интегральных транзисторных усилителя (***фото 11 на 2-й с. обложки***).

Noosfera Echo v5 — усилитель без общей ООС, работающий в чистом классе А с выходным каскадом, выполненным по однотактной схеме. Как и хорошие ламповые усилители, он даёт ясный и естественный звук. Спектр искажений Echo короткий, быстро спадающий. Усилитель имеет полнофункциональное дистанционное управление, гибко настраиваемый контроллер с множеством удобных функций. Номинальная выходная мощность равна 35 Вт на нагрузке 4 Ом и 22 Вт на нагрузке 8 Ом. Полоса усиливаемых частот — 0,2 Гц... 300 кГц по уровню -3 дБ. Усилитель показал отличный звук, однако его мощности не всегда хватало для озвучивания больших помещений выставки.

Усилитель *Noosfera Tarkus* является полным усилителем без общей ООС. Двухтактный выходной каскад работает в классе АВ — среди усилителей без общей ООС это редкое явление, такой выходной каскад требует очень тщательной проработки. Усилитель повышенной выходной мощности в комплекте с высококачественной АС предназначен для прослушивания музыки в домашних условиях. По словам автора, с этой целью использована схемотехника УМЗЧ без применения общей ООС, минимизированы нелинейные искажения за счёт специальных схемотехнических решений, выбраны оптимальные токовые режимы, применены высококачественные детали и приборы, тщательно проработаны узлы в блоке питания. Номинальная выходная мощность — 220 Вт на нагрузке 4 Ом и 130 Вт — на нагрузке 8 Ом. Нелинейные искажения при номинальной выходной мощности не превышают 0,5 %; спектр искажений короткий, быстро спадающий. Выходное сопротивление во всей полосе частот равно 0,25 Ом; полоса усиления — 0,2 Гц...100 кГц по уровню -3 дБ.

Этот усилитель широко использовали участники выставки для демонстрации звучания своих акустических систем.



Фото 12

ООО "А.Т." Александра Трусова представило новый транзисторный широкополосный и быстродействующий усилитель *Atomico* без общей ООС (**фото 12**).

Он уже появлялся на прошлогодней выставке как прототип, но с тех пор был переработан и теперь представлен его "серийный" вариант. Усилитель наследует схемотехнику предыдущих моделей и собран на транзисторах в цельнофрезерованном алюминиевом корпусе, выполняющем роль теплоотвода для мощных транзисторов. Для переноса тепла на корпус применён тепловой насос на элементах Пельтье. Схемотехнические отличия нового усилителя в основном в конструкции блока питания — применение синхронных выпрямителей и минимизация длины сигнальных цепей позволили снизить коммутационные помехи от БП и оказали положительный эффект на качество звука. Применяя оригинальные конструкторские решения, Александру удалось добиться как превосходного звучания при низком уровне нелинейных искажений, сопоставимом с аналогичным параметром в усилителях с общей ООС; для этого в усилителе применён корректор Хаксфорда. Ток покоя выходных транзисторов оптимизирован в соответствии с теплорассеивающими свойствами корпуса. Номинальная выходная мощность усилителя равна 100 Вт, полоса усиливаемых частот — 0...3 МГц, коэффициент нелинейных искажений на номинальной мощности — 0,09 %.

Этот усилитель использовали и другие участники выставки для демонстрации своих АС, и усилитель всегда легко справлялся с самой разнообразной нагрузкой.

Что касается дизайна и качества изготовления усилителя, то они заслуживают самых высоких оценок. Но лично я сторонник классики, поэтому дизайн

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 2, 2019

Atomico мне понравился меньше, чем у предыдущих усилителей Александра: на мой взгляд, усилитель должен выглядеть как усилитель, а не как прекрасная шкатулка. Кроме того, я не сторонник подхода, когда на корпусе усилителя полностью отсутствуют органы управления, а всеми его функциями возможно управлять только с пульта ДУ.

Лаборатория Fplay-acoustic Евгения Горлова — дебютант выставки, но представила сразу несколько интересных изделий: интегральные усилители, усилители-корректоры для проигрывателей грамзаписи, акустические системы (**фото 13**).

Трёхполосный интегральный усилитель мощности с встроенным кроссовером разделяет сигнал на три частотные полосы и усиливает каждую из них независимо. Таким образом, можно получить ряд преимуществ: оптимальная структура активных фильтров обеспечивает стабильную АЧХ, не зависящую от параметров динамических головок; регулируемый отдельно для каждой частотной полосы коэффициент усиления; параметры усилителя (например, выходное сопротивление) можно подобрать индивидуально для каждой динамической головки. Встроенный кроссовер позволяет регулировать уровень сигнала в полосах независимо; также имеется возможность установки частоты разделения НЧ и СЧ в интервале 100...720 Гц, а для СЧ и ВЧ — в интервале 800...5300 Гц. Это даёт возможность подстроить характеристики кроссовера для практически любой трёхполосной АС. В усилителе имеется защита от превышения выходного тока, защита акустических систем от постоянного напряжения на выходе. Вся коммутация сигнала производится надёжными реле, расположенными на платах усилителя. Номинальная выходная мощность на нагрузке 4 Ом — 140 Вт, на нагрузке 8 Ом — 90 Вт. Нелинейные искажения во всех каналах не превышают 0,009 %.

Интересным и неожиданным решением оказался измерительный усилитель мощности, также трёхполосный. Его основная особенность — возможность настраивать частоту разделения полос и уровни сигнала по каналам регуляторами на лицевой панели. При этом имеется возможность сравнивать различные настройки правого и левого каналов с помощью специальных переключателей на лицевой панели. Также возможен перевод усилителя из трёхполосного режима усиления в двухполосный, с возможностью регулировки уровня и частоты среза для сабвуфера. С этим усилителем возможно измерить частотные характеристики любых АС и прослушать их с целью уточнения частот разделения и расчёта пассивных кроссоверов. Усилитель способен работать на любую низкоомную нагрузку, что повышает его универсальность. Номинальная выходная мощность на нагрузке сопротивлением 8 Ом — 160 Вт, 4 Ом — 240 Вт, 2 Ом — 300 Вт! Коэффициент гармонических искажений не превышает 0,004 %.

Оба усилителя демонстрировались без верхних крышек корпусов, так что можно было видеть их "начинку" — печатные платы, трансформаторы, элементы фильтров, внутренний монтаж, и многие посетители интересовались внутренним устройством этих усилителей.


Фото 13

При выборе конструкции АС главной задачей стала возможность использования как трёхполосного варианта (напольное исполнение), так и двухполосного (полочное исполнение). За основу была взята конструкция АС известного датского разработчика Troels Gravesen. Такой выбор себя полностью оправдал и прекрасно подошёл к многополосным системам.

Кроме того, посетителям выставки (и всем желающим) предлагались электронные модули по звукоусилительной тематике — отлаженные платы для самостоятельной сборки различных систем звукоусиления. В этот перечень входят усилители мощности, входные и выходные блоки с разъёмами XLR и RCA, регуляторы тембра, двух- и трёхполосные кроссоверы, предусилители-корректоры для головок грамзаписи (MM и MC), устройства защиты и питания — всего 35 различных модулей.

ООО Viawave Audio в лице Дмитрия Малиновского представило усовершенствованный вариант (**фото 14**) уже известной и хорошо зарекомендовавшей ленточной высокочастотной головки *Viawave GRT145*. Эта головка разработана Дмитрием и уже производится в России.

В ленточной головке проводящая мембрана (лента) размещается между двумя полюсами постоянного магнита. Переменный ток, проходящий через ленту, заставляет ленту колебаться в магнитном зазоре и излучать звуковые волны. Для согласования ленты сопротивлением несколько десятков миллиом с выходным сопротивлением усилителя в корпус головки встроен трансформатор.

Ленточный громкоговоритель обладает двумя замечательными свойствами. Во-первых, лента является практически невесомым излучателем. Например, масса алюминиевой ленты толщиной 7 мкм такая же, как у воздушного слоя толщиной 15 мм, расположенного перед лентой. Это расширяет полосу воспроизводимых частот в ультразвуковую область. Во-вторых, мембрана излучает звук всей поверхностью. Это повышает отдачу головки и снижает искажения.



Фото 14

Благодаря этим свойствам ленточный громкоговоритель позволяет воспроизвести тончайшие звуковые нюансы и придать музыкальным образам необычайную воздушность и реалистичность.

Ленточная головка — сложное и высокотехнологичное изделие. Требования к ней высокие и весьма противоречивые. Одна из главных трудностей — конструкция ленты. Лента должна обладать определёнными свойствами и не

растягиваться при эксплуатации. Другой важной задачей является объём, размеры и наполнение задней камеры: лента при колебаниях излучает звук в обе стороны, поэтому излучение задней стороны мембраны необходимо подавить. Все эти задачи решены Дмитрием весьма успешно. В представленной на выставке головке впервые в мировой практике применена собственная технология герметизации воздушного зазора между лентой и полюсами магнитов. Это позволило радикально снизить нелинейные искажения и расширить частотную полосу вниз, сохранив чистоту и прозрачность звучания.


Фото 16
Фото 15


Фото 17

Качество этой головки оценено по достоинству — ряд наших производителей АС (в том числе и участников выставки) использует её в своей продукции. Компания имеет представительства в США и Канаде, в Западной Европе, Австралии, Индии, Китае, Корее, Японии.

Фирма **DS acoustic** представила плазменные твиттеры *VA6sq* (**фото 15**) производства компании **Viger-audio**, ещё одного отечественного разработчика акустических излучателей.

Электродуговой громкоговоритель (ЭДГ) — тип звукового излучателя, особенностью которого является электрическая дуга, производящая звуковые колебания. Тело электрической дуги имеет массу и инерцию, равную молекулярной для воздуха, и является практически точечным источником колебаний, что позволяет получить наилучшие амплитудно-частотные и переходные характеристики, а значит, и высокую верность звучания. Поскольку у этих излучателей нет диффузора и не возникает никаких механических либо объёмных резонансов, они не вносят в звук никаких искажений и обладают недостижимым для излучателей других типов качеством звучания. Представленное устройство — простое и надёжное решение, лишённое недостатков мембранных излучателей (диффузоров), построенное на твёрдотельных компонентах с возможностью использования в профессиональной сфере, способное работать 24 ч в широком температурном диапазоне с нестабильной сетью, не требующее специального обслуживания и замены расходных частей. Характеристики ЭДГ остаются стабильными на протяжении всей эксплуатации, и в силу отсутствия электромеханических узлов выход из строя по причине перегрузки невозможен.

Параметры устройства: частотный диапазон (по уровню -6 дБ) — 2...20 кГц и может быть расширен до 40 кГц; горизонтальный и вертикальный углы покрытия (по уровню -6 дБ) — 60 град.; пиковое звуковое давление — 110 дБ на расстоянии 1 м.

Конструкция излучателя защищена патентом, а более подробную информацию о его конструкции и работе можно получить в [1].

Лаборатория Linear Installation показала интегральный транзисторный усилитель и двухполосную АС (**фото 16**).

Усилитель выполнен по технологии с глубокой токовой ООС, его выходной каскад работает в классе АВ. Выходная мощность на нагрузке 4 Ом достигает 100 Вт. АС выполнена на топовых динамических головках Scan-Speak и имеет акустическое оформление с фазоинвертором. Посетители выставки тепло встретили её нового участника, так что дебют можно назвать удачным.

Лаборатория KIVsound представила несколько моделей ламповых усилителей-корректоров для магнитных звукоснимателей в проигрывателях виниловых грампластинок. Это две модели: *Dual Mono* и совершенно новая *Black Jack* (**фото 17**). Оба корректора рассчитаны на работу с магнитными головками типов ММ и МС.

Модель *Dual Mono* выполнена конструктивно как "двойное моно". Такой принцип полностью исключает возможность взаимного влияния каналов. В предварительном каскаде использованы высококачественные повышающие трансформаторы с магнитопроводом из пермаллоя.

Модель *Black Jack* обеспечивает практически тот же уровень качества звука, что и *Dual Mono*, но при меньшей стоимости. Она отличается весьма продуманной конструкцией, а также высоким качеством используемых компонентов. *Black Jack* имеет на передней панели регулировку громкости и баланса, что позволяет подключить его напрямую к усилителю мощности. Также в данной модели используется система PRO.S.B.S (Processing Sound Bass System), которая увеличивает подъём НЧ (на частоте 70 Гц на 3 дБ) для прослушивания грамзаписи с пониженным уровнем низких частот.

В обоих устройствах блоки питания выполнены в виде отдельных модулей. Это обеспечило очень низкий импеданс источника и питающее напряжение, лишённое помех и нестабильности.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Вигерь Б.** Ионофоны сегодня. — Радио, 2016, № 5, с. 12—16.

Фото *— от автора*

(Окончание следует)

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

Раздел ведёт В. ГУЛЯЕВ, г. Астрахань

РОССИЯ

МОСКВА. "Русская Медиагруппа" завершила к 30 ноября комплекс работ по созданию системы радиовещания в Северо-Западном автомобильном тоннеле г. Москвы (Серебряноборские тоннели), состоящего из трёх "ниток". Эти автомобильные тоннели являются одними из самых безопасных и современных и имеют общую длину более 3 км.

Теперь у жителей и гостей столицы, которые передвигаются в любом из двух направлений в тоннеле, появилась возможность слушать эфир всех радиостанций "Русской Медиагруппы": "Русское радио", DFM, "Хит FM", "Радио Maximum" и "Радио Monte Carlo" (источник — URL: **http://mediaguide.ru/?p=news&id=5c003fe4** (24.12.18)).

Презентация новой арктической радиостанции, которая будет вещать на длинных и коротких волнах, прошла в рамках международного циркумполярного конгресса СМИ "Арктический медиамир". Проект нацелен на возрождение российского широкоформатного вещания для жителей и работников Крайнего Севера.

Директор радио "Русская Арктика" Ольга Стефанова отметила, что в России сегодня есть несколько северных радиостанций, но все они работают в УКВ-диапазоне, а значит, на удалении 40...50 км от передатчиков принять их сигналы невозможно. Она также отметила, что сегодня в арктических широтах можно принять сигналы радиостанций из Германии, Японии, Ватикана, США, Турции, Италии, Филиппин, Индии и даже с Мадагаскара, но не из России.

По словам Стефановой, планируется создать семь опорных зон вещания на длинных и коротких волнах в стандарте DRM (цифровое вещание), благодаря чему, например, на Ямал и Таймыр можно будет вещать из Новосибирска. Контент радиостанции на 40 % будет состоять из разговорных передач и на 60 % из музыкальных композиций. В качестве тем заявлены истории об освоении и боевых действиях в Арктике, экология, кулинарные традиции Севера, новости с Большой Земли и многое другое (источники — URL: **https://ru.arctic.ru/news/20181210/814946.html, http://radioarctica.ru/wp-content/uploads/2018/10/Радио-Русская-Арктика.pdf** (24.12.18)).

От автора рубрики: проектов подобного рода было много, предполагалось, что вещание на коротких, средних и длинных волнах перейдёт в ведение МЧС, военных и т. д. Однако никаких сдвигов не заметно до сих пор. Предлагаемое решение вызывает много вопросов. Главный — где приобрести приёмники DRM-вещания? Их мало выпускают даже за рубежом, а в нашей стране, за исключением опытных экземпляров, созданных в начале 2000-х, нет разработок, пригодных для массового производства. Второй вопрос — сколько этот самый приёмник будет стоить? И кто будет оплачивать стоимость лицензий, передатчиков, работу журналистов и т. д.?

АДЫГЕЯ. ГТРК "Адыгея" в зимнем сезоне транслирует программы иновещания на коротких волнах по следующему расписанию:

— по понедельникам — с 18.00 до 19.00 на адыгейском, арабском и турецком языках;

— по пятницам — с 18.00 до 19.00 на адыгейском языке;

— по воскресеньям — с 19.00 до 20.00 на адыгейском языке.

Всё вещание ведётся на частоте 6000 кГц, мощность передатчика — 100 кВт, азимут — 188°. Сайт ГТРК "Адыгея": **http://www.adygtv.ru/programs/radio-inoveshchanie/broadcasted/**.

АЛТАЙСКИЙ КРАЙ. Радиостанция "Юмор FM" возвращается в г. Барнаул. 17 декабря началось вещание в столице Алтайского края на частоте 89,2 МГц (источник — URL: **http://www.gpmradio.ru/news-page/uid/14817** (24.12.18)).

ВОЛГОГРАДСКАЯ ОБЛ. Радиостанции, работающие в г. Волгограде в УКВ-диапазоне, приведены в **табл. 1** (источники — URL: **http://www.volgogradtrv.ru/radio.aspx, https://vk.com/volgograd_fmtv** (24.12.18)).

Таблица 1

Частота, МГц	Название радиостанции	Мощность, кВт
71,33	"Орфей"	2
92,6	"Радио Вера"	1
93,4	"Волгоград 24"	1
93,8	"Радио Мир"	1
94,9	"Радио 7 на семи холмах"	1
95,3	"Маяк"	1
95,7	"Детское радио"	1
96,1	"Love Radio"	1
96,5	"Комсомольская правда"	1
97,2	"Наше радио"	1
97,6	"Радио Дача"	1
98,3	"Радио России"	1
98,8	"Радио NRJ"	1
99,2	"Максимум"	1
100	"Шансон"	1
100,6	"Европа плюс"	1
101,1	"Эхо Москвы"	1
101,5	"Волгоград FM"	3
102	"Новая волна"	2
102,6	"Ретро FM"	1
103,1	"Авторадио"	1
103,6	"Дорожное радио"	1
104	"Новое радио"	1
104,5	"Юмор FM"	1
105,1	"Спутник"	1
105,6	"Русское радио"	2
106	"Спорт FM"	1
106,4	"Радио Книга"	1
106,8	"Вести FM"	1

КАРАЧАЕВО-ЧЕРКЕССИЯ. Радиостанция "Radio ENERGY" продолжает укреплять свои позиции на юге России. В середине декабря 2018 г. началось вещание станции в Карачаево-Черкесской Республике на частоте 107 МГц. Передатчик установлен в г. Усть-Джегута (источник — URL: **http://www.gpmradio.ru/news-page/uid/14833** (24.12.18)).

КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ. В сеть радиостанции "Искатель" добавился г. Норильск, вещание с 3 декабря ведётся на частоте 104,5 МГц (источник — URL: **https://vk.com/radioiskatel?w=wall-97303258_13576** (24.12.18)).

11 декабря в г. Норильске началось вещание "Радио Дача" на частоте 106,5 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/5802.htm** (24.12.18)).

КРЫМ. 1 декабря танцевальная радиостанция DFM начала вещание в г. Симферополе Республики Крым на частоте 92,3 МГц. Мощность передатчика — 1 кВт. На сегодняшний день DFM располагает 119 передатчиками и осуществляет вещание в 1082 городах России и ближнего зарубежья (источник — URL: **http://russianmediagroup.ru/live/thenews.asp?id=54150** (24.12.18)).

МОСКОВСКАЯ ОБЛ. 12 декабря вещание радиостанции "Русский хит" началось в г. Серпухове. Теперь жители города смогут круглосуточно наслаждаться лучшими хитами на русском языке. Частота вещания — 99,4 МГц, сайт станции <**http://www.ruhit.fm/**> **(источник — URL: http://www.krutoymedia.ru/news/5806.htm** (24.12.18)).

МОРДОВИЯ. Вещание радиостанции "Ретро FM" в г. Саранске официально стартовало 14 декабря. Программы "Ретро FM-Саранск" можно услышать, настроив свои приёмники на частоту 96,2 МГц (источник — URL: **http://saransk13.ru/vechno-molodoe-radio-v-saranske-nachala/** (24.12.18)).

ПЕНЗЕНСКАЯ ОБЛ. Радиостанция "Новое радио" с 3 декабря работает в г. Сердобске на частоте 100,5 МГц (источник — URL: **https://twitter.com/newradio_ru/status/1069501517982507008** (24.12.18)).

ПЕРМСКИЙ КРАЙ. К сети городов вещания радиостанции "Такси FM" присоединились сразу два города Перм-

---

Примечание. *Время всюду — UTC. Время MSK = UTC + 3 ч.*

РАДИО® РАДИОПРИЁМ
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 2, 2019

ского края: Кунгур (частота вещания — 106,4 МГц) и Чусовой (частота вещания — 90 МГц) (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/5822.html** (24.12.18)).

С 19 декабря в г. Березники начала своё вещание радиостанция "Вести FM". Трансляция стала возможной благодаря реализуемой РТРС программе модернизации и развития сети вещания "Всероссийской государственной телевизионной и радиовещательной компании".

Ранее "Вести FM" осуществляли своё вещание только в г. Перми, а с декабря 2018 г. программы радиостанции стали доступны жителям Березников на частоте 107 МГц. Мощность передатчика — 1 кВт (источник — URL: **http://perm.rtrs.ru/prof/rtrs-region/newspaper/v-bereznikakh-nachala-svoe-veshchanie-radiostantsiya-vesti-fm/** (24.12.18)).

ПРИМОРСКИЙ КРАЙ. С 11 декабря радиостанция "Приморская волна" работает в г. Уссурийске на частоте 90 МГц. Сайт станции — <**http://www.primvolna.ru/**> (источник — URL: **https://vk.com/primvolna?w=wall-52252609_79** (24.12.18)).

СЕВЕРНАЯ ОСЕТИЯ. К региональной сети радиостанции "Love Radio" 11 декабря присоединился г. Владикавказ, частота вещания — 105,3 МГц (источник — URL: **http://www.krutoymedia.ru/news/5804.htm** (24.12.18)).

СТАВРОПОЛЬСКИЙ КРАЙ. В г. Ставрополе 18 декабря началось вещание "Радио России" в новом формате на частоте 95,6 МГц. До этого момента после прекращения трансляций на средних волнах новости, авторские программы, репортажи, музыкальные и публицистические программы можно было слушать только по проводному вещанию (источник — URL: **https://stavropolye.tv/news/society/117005** (24.12.18)).

ТАТАРСТАН. В начале декабря в г. Бугульме началось вещание "Радио Дача" на частоте 94,8 МГц (источник — URL: **https://vk.com/tatarstan_radiotv?w=wall-14553046_34132** (24.12.18)).

ТУЛЬСКАЯ ОБЛ. 12 декабря радиостанция "Юмор FM" начала вещание в г. Ефремове на частоте 96,2 МГц (источник — URL: **http://www.gpmradio.ru/news-page/uid/14783** (24.12.18)).

УДМУРТИЯ. Вещание радиостанции "Maximum" в г. Ижевске стартовало 1 декабря на частоте 93,5 МГц. Мощность передатчика — 100 Вт, которую в будущем планируется увеличить до 1 кВт (источник — URL: **http://russianmediagroup.ru/live/thenews.asp?id=54147** (24.12.18)).

ХАБАРОВСКИЙ КРАЙ. 4 декабря радиостанцию "Comedy Radio" на частоте 103,3 МГц услышал г. Хабаровск. Сайт станции <**http://comedy-radio.ru/**> (источник — URL: **http://www.gpmradio.ru/news-page/uid/14703** (24.12.18)).

ХАКАСИЯ. В сеть радиостанции "Искатель" добавился г. Абакан, вещание с 3 декабря ведётся здесь на частоте 90,6 МГц (источник — URL: **https://vk.com/radioiskatel?w=wall-97303258_13576** (24.12.18)).

ЗАРУБЕЖНОЕ ВЕЩАНИЕ

ЕГИПЕТ. "Радио Каир" на русском языке можно слушать с 19.00 до 20.00 на частоте 9590 кГц, вещание с очень плохой модуляцией сигнала. Мощность передатчика — 125 кВт.

КИРГИЗИЯ. ОАО "РПО РМТР" обеспечивает трансляцию теле- и радиопрограмм в Кыргызской Республике (официальное название). Одним из самых мощных передающих центров является РПЦ "Красная речка", расположенный в Чуйской области Киргизии. Предлагаем познакомиться с оснащением РПЦ, временем вещания и частотами, приведёнными в **табл. 2**.

Таблица 2

Тип передатчика (позывной)	Частота вещания, кГц	Мощность, кВт	Часы вещания (время местное)	Зона покрытия
РВ-20 ("Иней")	612	120	18 ч в сутки (с 06.00 до 24.00) "Биринчи радио"	Территория республики
TRAM-S500	1467	500	4,5 ч в сутки (с 19.30 до 24.00) "Биринчи радио"	Территория республики, Пакистан, Индия, Иран, Афганистан
РВ-716 ("Снег")	4010	100	18 ч в сутки (с 06.00 до 24.00)	Территория республики, частично территории России, Узбекистана, Таджикистана, Пакистана, Индии, Казахстана, Монголии, Китая
РВ-1411 ("Урал")	4820	15	12,5 ч в сутки (с 06.00 до18.30) "Кыргыз радиосы"	

США. "Всемирное радио адвентистов" ("Adventist World Radio") с программами на русском языке (они называются "Голос Надежды") в эфире ежедневно с 11.00 до 11.30 на частоте 9460 кГц и с 20.00 до 20.30 на частоте 7360 кГц. Используется 100-киловаттный передатчик, трансляции ведутся с о. Гуам — самого крупного из группы Марианских островов в Тихом океане (источник — URL: **http://awr.org/program/rustu_awr/** (24.12.18)).

В тематическом расписании религиозной радиостанции WWCR ("World Wide Christian Radio") в наступившем сезоне отсутствуют передачи на русском языке. Как правило, в эфире этой станции транслировались записи программ доктора Джеймса Добсона "В фокусе семья". Частота 15795 кГц, на которой они звучали в эфире, сейчас полностью освобождена от трансляций. Желающие могут изучить расписание на странице **http://www.wwcr.com/program-guides/WWCR_Program_Guide.pdf** на сайте этой радиостанции.

ТАЙВАНЬ. С 1 января Русская служба "Международного радио Тайваня" прекращает вещание на частоте 7220 кГц в период с 17.00 до 18.00. Трансляции переносятся на частоту 5900 кГц, и они будут короче: с 17.00 до 17.30. Для вещания будет использоваться болгарский передающий центр "Spaceline".

На частоте 9590 кГц с 14.00 до 15.00 (трансляция с передающей станции в Даньшуй, Тайвань) всё остаётся без изменений (источник — URL: **https://ru.rti.org.tw/radio/programMessageView/id/56841** (24.12.18)).

ТУРКМЕНИЯ. Туркменская государственная компания электросвязи "Туркментелеком" обеспечивает в числе прочих функций трансляцию государственного радиовещания, телевидения и т. д. На сайте компании на странице **https://telecom.tm/ru/radio** (24.12.18)) можно послушать онлайн основные государственные радиопрограммы, в стране их четыре: "Owaz", "Char Tarapdan", "Miras" и "Watan". Программы на английском языке (короткие новостные блоки) транслируются в рамках вещания радиостанции "Owaz"(четвёртая программа "Туркменского радио"). Их можно послушать по адресу **http://radio360.eu/index.php/english-podcasts/82-turkmenistan** на вкладке "Listen now".

ФИЛИППИНЫ. "Дальневосточная радиовещательная компания" ("Far East Broadcasting Company", FEBC) продолжает коротковолновые трансляции на русском и украинском языках с использованием передающего центра в Восаue, Филиппины. В эфире звучат передачи, подготовленные преимущественно радиостанцией "Радио Теос", находящейся в г. Санкт-Петербурге. Из-за плохого прохождения сигнала станция в зимнем сезоне покинула свою многолетнюю частоту 11650 кГц и перебралась в диапазон 9 МГц. Здесь она и вещает с 15.00 до 16.00 на частоте 9920 кГц.

Хорошего приёма и 73!

Архитектура MCS-51: переходим на 64-разрядный Windows

М. БАХАРЕВ, г. Пермь

Не так давно автору пришлось сменить компьютер с 32-разрядной операционной системой на работающий под управлением 64-разрядной. Сразу появились проблемы с архивами разработок для микроконтроллеров старых архитектур I8080, MCS-51 [1]. Дело в том, что последние версии Keil MDK требуют именно 64-разрядной Windows. Но в 64-разрядных версиях Windows не работают программы, написанные для DOS, в том числе HexToBin, BinToHex и другие. За пару месяцев он разработал новый (на Delphi 5) вариант своих прежних TRNL51.exe и DEAS51.exe (написанных давным-давно на Turbo Pascal 6 для DOS) для архитектуры MCS-51.

В предлагаемой статье он описывает новый вариант ассемблера, дизассемблера и эмулятора для микроконтроллеров архитектуры MCS-51 — программу CoDesEmul51.exe. Во всех без исключений отношениях она мощнее старых транслятора и дизассемблера. Надеемся, эта разработка будет полезна тем разработчикам программ для MSC-51, кто собирается перейти на 64-разрядную Windows.

Я отлаживал программу CoDesEmul 51.exe с учётом необходимости переделки всех старых проектов, написанных в разных средах разработки, и потому реализовал возможность включать в главный модуль файлы как с фрагментами программ, так и с макроопределениями. Кроме того, реализовал режим эмуляции микроконтроллера AT89C51 (причём с возможностью работы с внешней памятью, загружаемой кодами из двоичного файла). Считаю, что всё это делает эту программу не слабее всех прочих сред разработки для MCS-51. Проведена также перекодировка старых исходных текстов из DOS в Windows 1251, что делает работу с такими файлами в Windows более удобной.

Имя	Описание	Умолчание
.m4v	M4V Video File	MPC-HC (x64)
.m51	Файл "M51"	CoDesEmul51.exe
.mad	Microsoft Office Access Module Shortcut	Microsoft Office Access
.maf	Microsoft Office Access Form Shortcut	Microsoft Office Access

Рис. 1

Исходные тексты, которые адаптировались под новый транслятор-дизассемблер-эмулятор CoDesEmul51.exe, и были использованы для его отладки, взяты из [2—16]. В этих пунктах списка литературы указаны также интернет-адреса, по которым можно скачать оригинальные версии программ, для описанных в соответствующих статьях устройств.

Была адаптирована также программа Wesy.M51 моей собственной разработки, написанная ещё для DOS-ассемблеров и успешно работавшая на Краснокамском заводе металлосеток для работы с весами. Результаты трансляции переработанных программ (все они приложены к статье) сразу же проверялись на совпадение с оригинальными.

Так как утилиты, преобразующие файлы из двоичного формата BIN в формат Intel HEX (такие как BinToHex.exe, BinHex.exe, HexBin.exe, HexToBin.exe), тоже не работают в 64-разрядных версиях Windows, пришлось реализовать в CoDesEmul51.exe и эти преобразования файлов.

В программе есть особенность, о которой я прекрасно знаю, но пока не устранил её. В качестве разделителей операндов команд нельзя использовать запятые с пробелами, операнды должны быть разделены только запятыми без пробелов и табуляции. Особенно сильно этот недостаток проявляется в командах CJNE, поэтому прошу на этот счёт быть бдительными.

Открыть транслируемый файл
Запустить повторную компиляцию
Предварительная обработка файла в стиле Asm
Дизассемблировать Bin-файл
Повторное (меточное) дизассемблирование
BinToHex
HexToBin
Сравнение Bin-файлов
Выйти из программы

Рис. 2

Чтобы отличать файлы, содержащие главные процедуры (по аналогии с порядком, принятым в языке С), предлагаю использовать для таких файлов расширения имён M51 или A51, а остальные программные файлы, загружаемые с помощью директив $include или .include, оставить с прежними расширениями имён (asm или inc). Заметим, что включаемые файлы могут располагаться в любых местах компьютерных дисков, и пути к ним в директивах $include или .include могут быть как абсолютными, например

```
$include f:\MCS_App\
§_Inc_\Settings.inc
```

так и относительными, например

```
$include ..\_Lib_\
§Filtr0\Tables.asm
```

Прим. ред. *Знак § в начале строки означает, что она — продолжение предыдущей. Эти строки нужно записывать в программу слитно, а знак § удалить.*

Для файлов с расширением имени M51 программу CoDesEmul51.exe можно запускать автоматически. Но для этого нужна определённая подготовка. Прежде всего, щёлкните по имени такого файла правой кнопкой мыши и в выпавшем меню найдите пункт "Открыть с помощью". В нём выберите программу CoDesEmul51.exe и установите режим "Использовать для всех файлов такого типа". После этого в списке "Сопоставление типов файлов или протоколов конкретным программам", к которому можно пройти по пути "Панель управления"→"Все элементы панели управления"→ "Программы по умолчанию"→ "Задать сопоставления", появится строка, выделенная на **рис. 1**. Теперь достаточно двойного щелчка по имени файла с расширением имени M51, чтобы открылась программа CoDesEmul51.exe и начался первый проход ассемблирования этого файла.

Ассемблер

Ассемблер в программе CoDes Emul51.exe — двухпроходный. Пункт "Открыть транслируемый файл" меню "Файл" (**рис. 2**) запускает его первый проход, а пункт "Запустить повторную компиляцию" — второй проход, в результате которого формируются файлы с расширениями имён HEX и BIN, располагающиеся там же, где главный исходный файл (с расширением имени M51). В листинге успешно оттранслированной программы будет выведена таблица с адресами меток и значениями, устанавливаемыми директивами EQU, BIT и им подобными.

Если же были выявлены ошибки, в полученном листинге будут указаны их причины, а в его конце будут выданы номера строк, содержащих ошибки. Исправить их, не выходя из программы CoDesEmul51.exe, нельзя, поскольку в ней нет возможности редактировать тексты программ (нет пунктов меню "Открыть файл для редактирования" и "Сохранить файл").

Получив список номеров строк с выявленными ошибками, ищите эти строки в исходном тексте, открыв его в привычном текстовом редакторе. Я использую для этого встроенный

редактор файлового менеджера Far, который, возможно, пока ещё работает под 64-разрядными версиями Windows.

Удобство этого редактора в том, что он выводит на экран номер редактируемой строки, а нажатием на клавишу F8 легко переключаются кодировки текстов, принятые в DOS и Windows. Поэтому нет проблем с файлами, написанными в кодировке DOS. Не забудьте в пункте "Настройки редактора" меню "Параметры" (**рис. 3**) установить режим "DEL удаляет блоки" и задать параметры встроенного редактора оболочки FAR в соответствии с **рис. 4**. Это ускорит работу с этим простым редактором.

Просмотрев проекты, реализованные в разных средах разработки программ, мне пришлось проанализировать синтаксис функций во всех встреченных в разных средах вариантах (**табл. 1**). Я убедился, что синтаксис обычных арифметических действий и двухаргументных логических операций везде практически одинаков. Другое дело — одноаргументные операции и операции сдвига. Здесь приходится потрудиться и переделать тексты программ в соответствии с принятым в CoDesEmul51.exe синтаксисом. Обычно таких изменений требуется не слишком много.

```
Системные параметры
Настройки панели
Настройки интерфейса
Языки
Параметры внешних модулей

Подтверждения
Режимы панели файлов
Описания файлов
Файлы описания папок

Настройки программы просмотра
Настройки редактора

Цвета
Раскраска файлов

Сохранить параметры          Shift-F9
```

Рис. 3

Обратите внимание на одноаргументные функции .SB., .SW. и .SWP., которых нет в других средах разработки.

Функция .SB. изменяет порядок следования разрядов одного байта на обратный. Самый старший разряд становится самым младшим, второй по старшинству занимает место предшествующего самому младшему и так далее. Например, байт 11001100 превращается в 00110011. Такую перестановку называют зеркальной.

Функция .SW. тоже зеркально переставляет разряды, но не в одном байте, а в двухбайтном слове. Например, слово 0101000000000011 (5003h) превращается в 1100000000001010 (C00Ah).

Функция .SWP. меняет местами тетрады (четырёхразрядные полубайты, нибблы) внутри одного байта. Младшая тетрада становится старшей, а старшая — младшей. При этом порядок следования разрядов внутри тетрады не меняется. Например, 11000011 (шестнадцатеричное C3) превращается в 00111100 (шестнадцатеричное 3C).

При выборе имён меток, констант и переменных следует проявлять осторожность. Транслятор может принять некоторые имена за числа в определённых системах счисления, что приведёт к ошибкам трансляции. Системы счисления в программе CoDesEmul51.exe обозначаются, как указано в **табл. 2**, где N — любая цифра соответствующей системы счисления. Незначащие нули необязательны.

Четверичную и восьмеричную системы используют редко. С ними могут быть связаны определённые неприятности для тех, кто привык пользоваться именами меток или констант вида TNNNN, QNNNN (здесь N — цифры от 0 до 3) и ONNN (а здесь N — цифры от 0 до 7). Такие имена лучше заменить на T_NNNN, Q_NNNN, O_NNN, чтобы быть уверенным, что ассемблер не примет их за числовые константы.

Оператор $ — адрес, до которого дошла трансляция, когда ассемблер встретил этот оператор. Он имеется и в других средах разработки. Используется для организации переходов от текущего адреса без создания меток. Это возможно, если программист точно знает, сколько байтов занимает каждая машинная команда.

```
                          Редактор
 Внешний редактор
 ( ) Запускать по F4
 (•) Запускать по Alt-F4
 Команда редактирования:

 Встроенный редактор
 [ ] Пробелы вместо табуляции
 [x] Постоянные блоки
 [x] Del удаляет блоки
 [ ] Автоотступ
 [x] Сохранять позицию файла
 [x] Сохранять закладки
 [ ] Автоопределение таблицы символов
 [x] Курсор за пределами строки
 [ ] Блокировать редактирование файлов с атрибутом R/O
 [ ] Предупреждать при открытии файла с атрибутом R/O
  *  доступно после регистрации

           [ Продолжить ]  [ Отменить ]
```

Рис. 4

Таблица 2

Основание системы счисления	Число	Цифры
2	bNNNNNNNN или NNNNNNNNb	N=[0,1]
4	tNNNN или NNNNt или qNNNN или NNNNq	N=[0..3]
8	ONNN или NNNO	N=[0..7]
10	Положительное — NNNNNN или NNNNNNd; Отрицательное — -NNNNNN или -NNNNNNd	N=[0..9]
16	0xNNNN или 0NNNNh или $NNNN	N=[0..9,A..F]

Таблица 1

Наиболее распространённый синтаксис	Возможный вариант синтаксиса	Используемый в CoDesEmul51 синтаксис
Low(аргумент)	< аргумент	.LO.аргумент (обычно 2 байта)
Hign(аргумент)	> аргумент	.HI.аргумент (обычно 2 байта)
аргумент1<<аргумент2		аргумент1.SHL.аргумент2
аргумент1>>аргумент2		аргумент1.SHR.аргумент2
not(аргумент)	~аргумент	.NOT.аргумент
аргумент1+аргумент2		аргумент1+аргумент2
аргумент1-аргумент2		аргумент1-аргумент2
аргумент1*аргумент2		аргумент1*аргумент2
аргумент1/аргумент2		аргумент1/аргумент2
аргумент1&аргумент2		аргумент1&аргумент2
аргумент1|аргумент2		аргумент1|аргумент2
аргумент1^аргумент2		аргумент1^аргумент2
Нет аналога		.SB.аргумент (1 байт)
Нет аналога		.SW.аргумент (2 байта, слово)
Нет аналога		.SWP.аргумент (1 байт)

В программе CoDesEmul51.exe в арифметических и логических выражениях допускаются только два операнда. В других средах их может быть четыре и более. Например,

```
AA      EQU   aaaaa
BB      EQU   xxxx
CC      EQU   bbbb
DD      EQU   yyyyy
        ...
```

Чтобы переделать этот фрагмент для CoDesEmul51.exe, нужно ввести две дополнительные переменные. В результате получим

```
AA      EQU   aaaaa
BB      EQU   xxxx
EE      EQU   AA+BB
CC      EQU   bbbb
DD      EQU   yyyyy
FF      EQU   CC+DD
        ...
        MOV   DPTR,EE-FF
        ...
```

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Имеется богатый набор директив.

TITLE <текст> — печатает <текст> в начале каждой страницы листинга.

PAGEWIDTH <значение> — задаёт длину страницы листинга в строках. Конечно, этой директиве больше подошло бы название PAGELENGTH или PAGESIZE, но что делать. Именно PAGEWIDTH она названа в одном из стандартных ассемблеров.

.IDENT / <дата в формате Windows> <время в формате Windows> — присваивает создаваемому файлу исполняемого кода указанные дату и время создания. Например, .IDENT / 31.01.2001 13:00 / приведёт к созданию файла с датой создания 31 января 2001 г. и временем создания 13 ч 00 мин.

IDENT (без предшествующей точки) — вставляет в программную память микроконтроллера по текущему адресу текстовую строку со значениями даты и времени трансляции. Эту строку при необходимости можно вывести на индикатор микроконтроллерного устройства или передать по последовательному интерфейсу. Это позволит пользователю узнать дату и время трансляции программы и косвенно определить её версию.

HEXWIDTH <значение> — задаёт число информационных байтов в строке HEX-файла. Обычно 16, но может достигать 32.

.27xx (возможные варианты .2716, .2732, .2764, .27128) — задаёт полный объём двоичного файла, предназначенного для загрузки во внешнюю микросхему памяти. Не занятая программой часть файла будет заполнена кодами 0FFh. Впоследствии в ячейку с таким кодом можно при необходимости записать любой другой код, не стирая предварительно всю память. Эта директива устарела, её имеет смысл использовать только для работы с программаторами, которые заполняют свободную память микросхемы нулями.

DEF8 — то же, что DB, но задаёт только один байт.

DEFL — то же, что DW, но задаёт только одно двухбайтное слово.

REL <метка> — формирует байт, в котором указано расстояние в байтах от следующего за директивой адреса до указанной в качестве аргумента метки в пределах от −128 до +127 (аналогично тому, как вычисляется адрес в командах SJMP, CJNE, JB, JNB, DJNZ и подобных).

FLT2 <значение> — задаёт вещественную константу с плавающей запятой длиной 4 байта (single). Первым следует самый старший байт, затем второй по старшинству, третий по старшинству и, наконец, самый младший.

FLT3 <значение> — задаёт вещественную константу с плавающей запятой длиной 6 байтов (real48, real, float). Первым следует самый старший байт, затем второй по старшинству и так далее до самого младшего.

LINT <значение> — задаёт целую константу длиной 4 байта в формате Long Integer. Не путать с Long в Windows или Long Long в современных средах разработки, подобных Keil MDK, где Long Integer имеет длину 8 байтов.

DB <список значений> — задаёт числовые константы или операнды, разделённые запятыми. Задавать так строковые константы не допускается.

DB 'последовательность_символов' — другой вариант DB.

STR 'последовательность_символов' — полностью идентична предыдущей директиве.

DBZ 'последовательность символов' — отличается от двух предыдущих команд тем, что к концу заданной последовательности символов добавляет нулевой байт. Отпадает необходимость задавать этот байт директивой DB 0 как в других средах разработки.

STRCR 'последовательность символов' — аналогична DBZ, но вместо нулевого байта добавляется код возврата каретки (шестнадцатеричный 0DH или десятичный 13).

LCD 'текст' — преобразует заданный текст в стандартную для русифицированных ЖКИ с встроенным совместимым с HD44780 контроллером кодировку. Эта директива резко упрощает работу программиста, освобождая его от поисков кодов нужных символов в знакогенераторе ЖКИ.

DS <аргумент> — полностью идентична одноимённым директивам в других средах разработки. Результат её работы — заданное <аргументом> число последовательных нулевых байтов в памяти микроконтроллера. Их можно рассматривать как соответствующее число команд NOP.

ORG <аргумент> — стандартная директива задания начального адреса области программной памяти. Её аналоги в других средах разработки CSEG AT <аргумент>, CODESEGMENT с ORG в следующей строке и подобные. Для совместимости реализована также директива

```
CSEG AT <число (HEX)> ;<коммент.>
```

Например,

```
CSEG AT 35h ;Code segment
```

Комментарий может быть пустым, но точка с запятой обязательна.

END — завершает трансляцию. Все следующие за ней строки будут проигнорированы. По этой причине директиву END следует удалять из всех включаемых файлов и применять её только в главном файле (с расширением имени M51).

$NO_LIST — отключает вывод листинга. Работает не совсем так, как в других средах программирования. Если за ней следует директива $include (.include), то листинг включаемого файла формироваться не будет, но как только произойдёт возврат в основной файл, вывод листинга автоматически возобновится. Поэтому, если возобновлять вывод листинга не требуется, директиву $NO_LIST нужно повторять после каждой директивы $include (.include).

MACRO — директива начала макроопределения. Есть два способа оформления макроопределений, идентичных по результату трансляции:

```
<имя>: MACRO [список параметров]
       Тело макроопределения
.ENDM
```

и

```
MACRO <имя> [список параметров]
      Тело макроопределения
      ENDMAC
```

Эти варианты применяются в разных средах разработки, поэтому были реализованы оба. Но есть некоторые ограничения. В списке параметров не может быть больше десяти аргументов. В теле макроопределения операнды-аргументы обозначают конструкциями \x, где x — номер параметра в списке, начиная с нуля.

Пример:

```
MACRO axplusb aa,xx,bb
 MOV    A,\0
 MOV    B,\1
 MUL    AB
 ADD    A,\2
 MOV    R1,A
ENDMAC
```

Макрокоманда axplusb a1,a2,a3 приведёт к вставке в программу последовательности команд:

```
MOV    A,a1
MOV    B,a2
MUL    AB
ADD    A,a3
MOV    R1,A
```

.Comment % или COMMENT — две равноценные формы директивы, начинающей многострочный текст, который должен быть воспринят программой как комментарий. В обоих случаях такой комментарий завершают строкой из одного символа %.

И, наконец, имеется директива вставки в ассемблерный текст и соответственно в программу последовательности кодов из строки HEX-файла. Это полезно, если исходные тексты некоторых фрагментов программы отсутствуют, но их HEX-файлы имеются.

Адрес — Информация (16 байтов)

:10010000080010002000400080000000100020004F0

Число байтов информации в строке

Рис. 5

Директива представляет собой обычную строку HEX-файла. На **рис. 5** приведён пример такой директивы и показаны зоны, где находятся байты информации и адрес, начиная с которого они будут последовательно записаны в программу.

:00000001FF — полностью аналогична директиве END. При загрузке по директиве $include (.include) HEX-файла, содержащего такую строку, трансляция по её достижении будет прекращена. Во избежание этого строки :00000001FF из включаемых файлов нужно удалять.

К статье приложены файлы Test.M51, TestJack.M51 с описанием синтаксиса всех дополнительных директив программы и машинных инструкций микроконтроллеров архитектуры MCS-51.

В ассемблере программы CoDes Emul51.exe есть дополнительные ограничения на формат строк исходного текста. Все машинные инструкции не должны начинаться с первой позиции строки в отличие от меток, директив приравнивания и некоторых других. Если в подлежащем трансляции файле это правило не соблюдено, есть возможность, не редактируя файл вручную, воспользоваться пунктом "Предварительная обработка файла в стиле Asm", имеющимся в меню "Файл". В открывшемся диалоге нужно сообщить имя и

расположение подлежащего обработке файла и имя файла, который будет создан в её результате. Дальнейшую обработку полученного файла ведут обычным образом.

Дизассемблер

В программе CoDesEmul51.exe он также двухпроходный. Пункт меню "Дизассемблировать Bin-файл" запускает первый проход, в результате которого формируется список шестнадцатеричных значений всех адресов перехода, адресов аргументов команд пересылки, арифметических операций, операций сравнения и перехода. Содержащий этот список и результат дизассемблирования файл с расширением имени D51 помещается в ту же папку, где находится дизассемблируемый файл.

На втором проходе (пункт меню "Повторное (меточное) дизассемблирование") производится обработка того же двоичного файла, но с уже проставленными там, где они были выявлены, метками. Все аргументы команд перехода считаются метками и получают имена LBLxxxx. Адреса стандартных регистров и их разряды получают имена, предусмотренные архитектурой MSC-51 (например, P2.5, B, ET2, IE.3, RXD# и т. д.). Разрядам регистров и ячеек памяти дизассемблер присваивает имена, подобные 20H.3 (третий разряд байта по адресу 20H) или 35H.7 (седьмой разряд ячейки по адресу 35H). Результат второго прохода дизассемблирования будет записан в тот же файл с расширением имени D51.

Эмулятор

После второго прохода ассемблера в ОЗУ программы CoDesEmul51.exe уже содержится образ программной памяти микроконтроллера, поэтому в пункте "Режим эмуляции" главного меню программы, содержимое которого показано на **рис. 6**, становится доступной строка "Эмуляция MCS51". В отсутствие в памяти оттранслированной программы можно загрузить её из двоичного (bin) файла, выбрав строку "Загрузить программу для эмуляции". Остальные строки меню, показанного на рис. 6, позволяют в любой момент эмуляции загрузить образы регистров и внешней памяти из указанного пользователем файла или выгрузить их содержимое в такой файл.

Эмуляция MCS51
Загрузить программу для эмуляции
Загрузить значения регистров из дампа
Выгрузить значения регистров в дамп
Загрузить файл расширенного ОЗУ
Выгрузить файл расширенного ОЗУ

Рис. 6

Окно эмуляции процессора микроконтроллера Intel8051 или его аналогов K1816BE51, AT89C51 показано на **рис. 7**. Экранной кнопкой "1 ШАГ" запускают однократное выполнение текущей инструкции с переходом к следующей. Экранной кнопкой "Пуск по таймеру" запускают последовательное выполнение инструкций с заданной периодичностью. По умолчанию период равен 1 с. В пункте "Интервал таймера" можно выбрать другое значение, но делать это нужно до нажатия на кнопку "Пуск по таймеру". На панели "Выполняемая команда" есть кнопки ▲ и ▼. Они позволяют переходить соответственно к следующей или предыдущей инструкции, не выполняя их.

В любой регистр памяти данных можно записать любое значение. Операцию начинают щелчком мыши по полю нужного регистра и завершают двойным щелчком по нему. Значение вводят шестнадцатеричное с предшествующим знаком $ (в формате языка Pascal). Другие форматы пока не реализованы.

Аналогично можно редактировать содержимое любой ячейки ОЗУ микроконтроллера. Сначала в поле "Индекс [0..255]:" занесите адрес ячейки, затем на поле "Значение [0..255]:" отредактируйте её содержимое, в заключение нажмите на кнопку "Записать значение по индексу".

Описывать имеющиеся в меню "Файл" пункты "BinToHex", "HexToBin", "Сравнение Bin-файлов" не буду. Там всё очевидно.

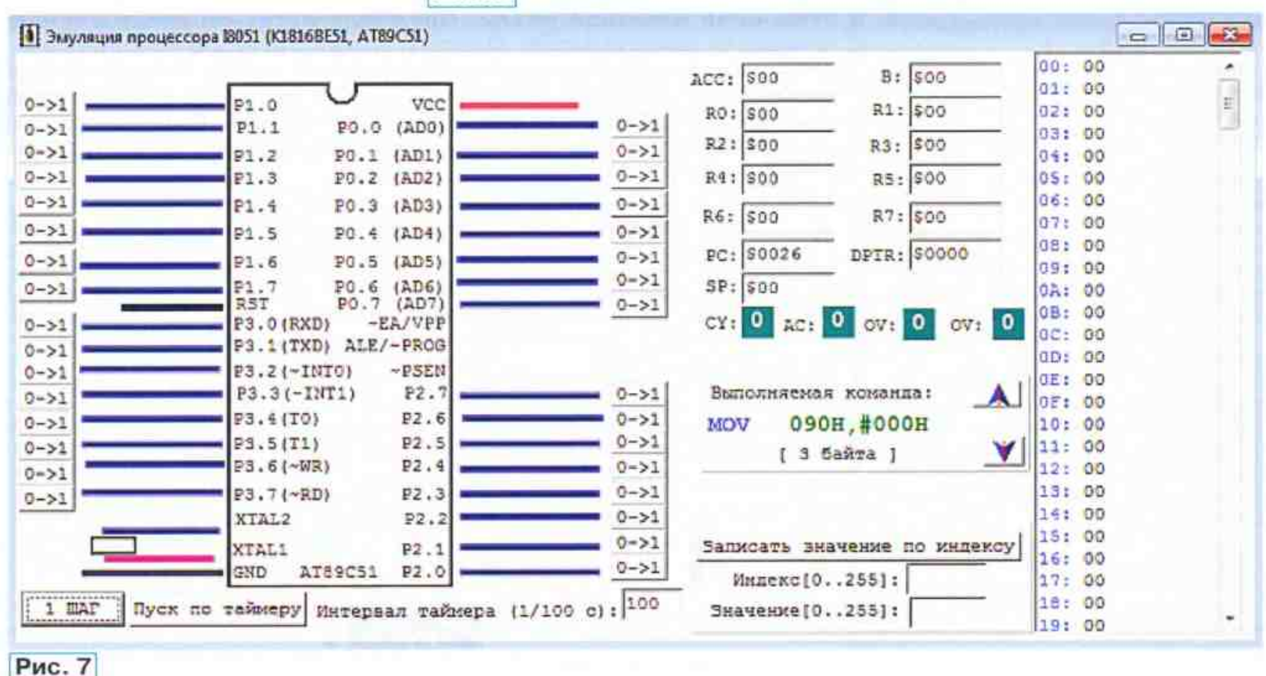


Рис. 7

ЛИТЕРАТУРА

1. **Сташин В. В., Урусов А. В., Мологонцева О. Ф.** Проектирование цифровых устройств на однокристальных микроконтроллерах. — М.: Энергоатомиздат, 1990.

2. **Деменев М., Королёва И.** Интеллектуальное зарядное устройство "ZU-2000". — Радио, 2002, № 1, с. 38, 39, 42. Дополнительные материалы — **ftp://ftp.radio.ru/pub/2002/01/zu/zu.zip**.

3. **Добржинский А.** Регулятор громкости и тембра с управлением от ПДУ. — Радио, 2005, № 9, с 16, 17; 2006, № 5, с. 21. Дополнительные материалы — **ftp://ftp.radio.ru/pub/2006/05/regul2.zip**.

4. **Мельник В.** Светодинамическая установка. — Радио, 2006, № 12, с. 46, 47. Дополнительные материалы — **ftp://ftp.radio.ru/pub/2006/12/t100.zip**.

5. **Юзиков Д.** Система доступа в жилище и управление освещением. — Радио, 2008, № 1, с. 39—41. Дополнительные материалы — **ftp://ftp.radio.ru/pub/2008/01/dom.zip**.

6. **Пахомов А.** MIDI-клавиатура из синтезатора-игрушки. — Радио, 2009, № 1, с. 21—23. Дополнительные материалы — **ftp://ftp.radio.ru/pub/2009/01/mdt17.zip**.

7. **Нефёдов В.** Сигнализатор прибытия автомобиля. — Радио, 2009, № 5, с. 39, 40. Дополнительные материалы — **ftp://ftp.radio.ru/pub/2009/05/vv_r.zip**.

8. **Шишкин С.** Бегущие огни на микроконтроллере AT89C4051. — Радио, 2010, № 11, с. 46—48. Дополнительные материалы — **ftp://ftp.radio.ru/pub/2010/11/ogni.zip**.

9. **Никифоров В.** Термометр-стабилизатор температуры в овощехранилище. — Радио, 2010, № 2, с.30, 31. Дополнительные материалы — **ftp://ftp.radio.ru/pub/2010/02/trm1620.zip**.

10. **Пахомов А.** Блок управления любительским телескопом. — Радио, 2010, № 5, с. 34—37. Дополнительные материалы — **ftp://ftp.radio.ru/pub/2010/05/tele.zip**.

11. **Пахомов А.** Сотовый телефон — пульт управления микроконтроллерной системой. — Радио, 2011, № 7, с. 29—31. Дополнительные материалы — **ftp://ftp.radio.ru/pub/2011/07/trmfiles.zip**.

12. **Шишкин С.** Сигнальное электрооборудование модели автомобиля. — Радио, 2011, № 7, с. 55. Дополнительные материалы — **ftp://ftp.radio.ru/pub/2011/07/car.zip**.

13. **Шишкин С.** Сторож-сигнализатор "Не закрыта дверь". — Радио, 2012, № 10, с. 39, 40. Дополнительные материалы — **ftp://ftp.radio.ru/pub/2011/12/stor-sign.zip**.

14. **Самусь А.** Настенные часы-термометр. — Радио, 2013, № 10, с. 39, 40. Дополнительные материалы — **ftp://ftp.radio.ru/pub/2013/10/prog.zip**.

15. **Шишкин С.** Два счётчика импульсов, управляемых с одного пульта. —Радио, 2018, № 7, с. 42, 43. Дополнительные материалы — **ftp://ftp.radio.ru/pub/2018/07/schet.zip**.

16. **Носовец А., Яндулкин И.** Новогодняя ёлочка со светодиодными гирляндами. — Радио, 2018, № 11, с. 61—64. Дополнительные материалы — **http://ftp.radio.ru/pub/2018/11/elka.zip**.

***От редакции**. Программа CoDes Emul51.exe и дополнительные материалы к ней имеются по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2019/02/mcs-51.zip** на нашем FTP-сервере.*

Как использовать фольгу обратной стороны односторонней печатной платы в качестве общего провода

А. КУЗЬМИНОВ, г. Москва

В статье описан метод подготовки фотошаблона для формирования общего провода или экрана на обратной стороне односторонней печатной платы. Предполагается её изготовление с помощью фоторезиста. Предлагаемая технология проявления рисунка и травления заготовки платы исключает соприкосновение её поверхностей с дном или стенками сосуда с растворами, чем предотвращается повреждение рисунка. Она может быть использована и для изготовления полноценных двухсторонних печатных плат.

Автору потребовалось изготовить одностороннюю печатную плату, которая была уже спроектирована, однако заготовки для её изготовления (фольгированный с одной стороны стеклотекстолит с нанесённым на фольгу фоторезистом) закончились. Но имелся аналогичный стеклотекстолит, фольгированный с двух сторон. Удалять ненужный слой меди — задача не из приятных, стравливать его в растворе хлорного железа слишком долго, да и раствор будет быстро истощён. Кроме того, второй слой мог бы ещё послужить. Его можно было использовать как дополнительный общий провод.

Но в этом случае придётся делать уже двухстороннюю печатную плату, что существенно усложнит задачу. Основная проблема — совместить между собой рисунки металлизации на двух сторонах платы. Известные мне способы совмещения сводились в основном к установке реперных меток на одном фотошаблоне одной стороны, прокалывание его иглой и установке по этим меткам фотошаблона второй стороны. Но, на мой взгляд, все эти способы слишком сложны, а точность совмещения оставляет желать лучшего.

В Интернете мне попалась статья [1], касающаяся, правда, изготовления двухсторонней печатной платы по известной технологии термопереноса рисунка на фольгу. Хотя такая технология не идёт ни в какое сравнение с более высококачественным фотоспособом [2], идея совмещения двух рисунков, описанная в [1], меня заинтересовала. Она заключается в следующем.

На бумаге печатают лазерным принтером рисунки печатных проводников для каждой из сторон платы. Далее их на просвет совмещают вручную, фиксируют канцелярскими зажимами и скрепляют с помощью степлера. После этого пластину двухсторонне фольгированного стеклотекстолита вставляют между рисунками и проглаживают получившийся

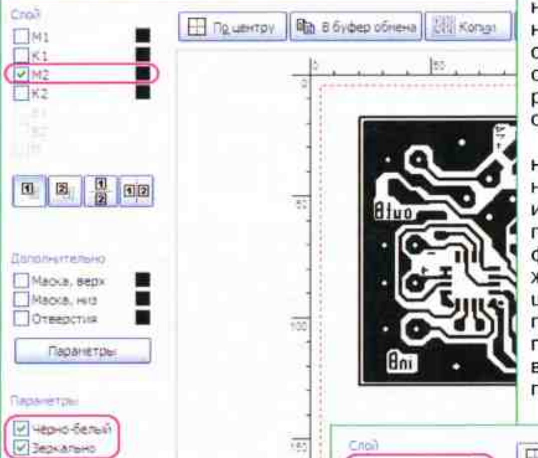


Рис. 1

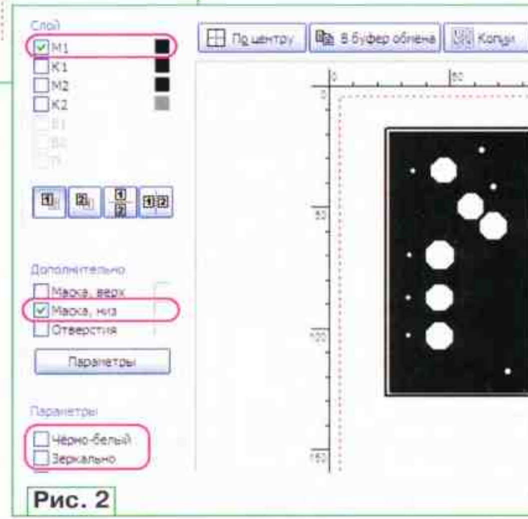


Рис. 2

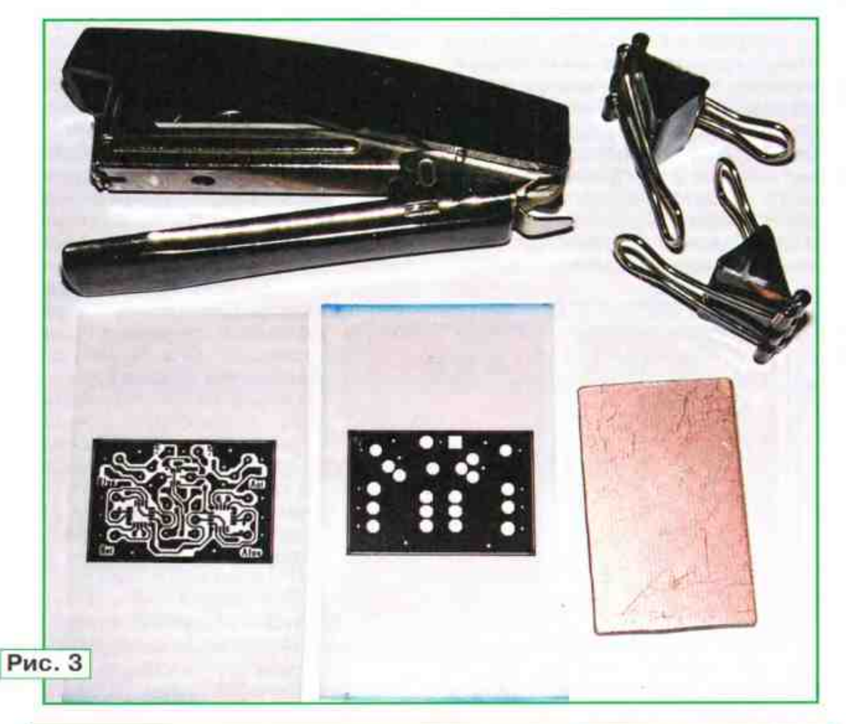


Рис. 3



Рис. 4

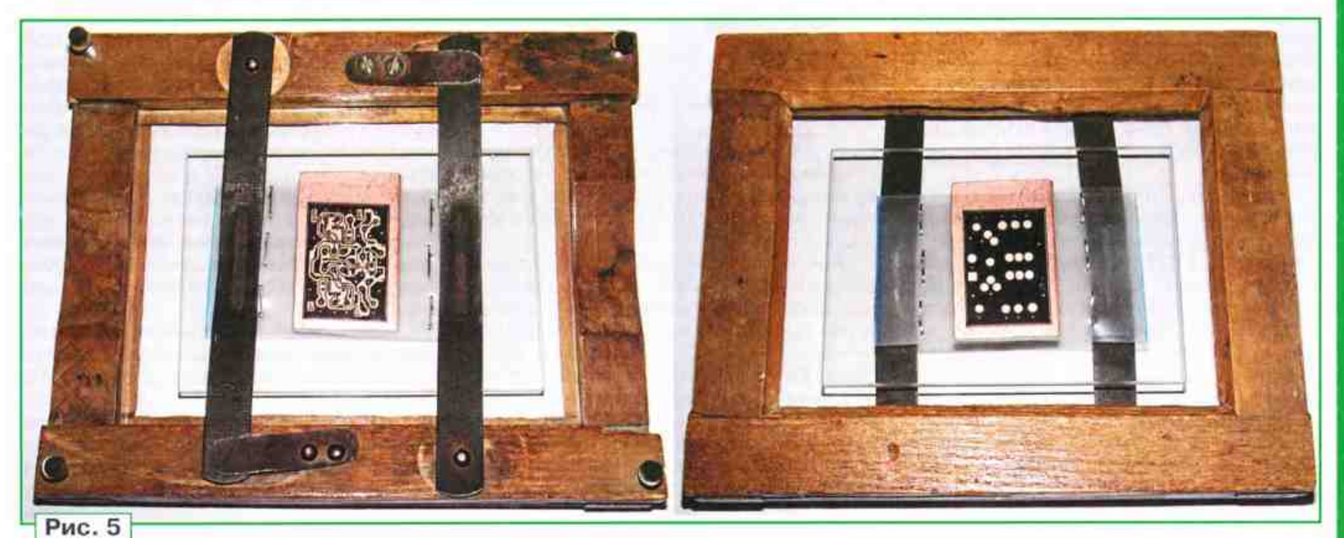


Рис. 5

"бутерброд" горячим утюгом с каждой стороны.

Я решил проверить эту идею на прозрачной плёнке, на которой печатал фотошаблоны [2], и добился достаточно их точного совмещения. Правда, понадобилось несколько изменить технологию проявления изображения и травления платы в хлорном железе.

Плата была спроектирована с помощью программы Sprint Layout 6.0. Контактные площадки и соединяющие их печатные проводники были размещены в слое М2. Для получения сплошного общего провода на обратной стороне платы я использовал слой М1. Для этого контур платы и её окантовку, имеющиеся в слое М2, потребовалось скопировать и перенести копию в слой М1. Далее весь контур платы в слое М1 был заполнен полигоном.

После этого в меню слева от окна платы нужно включить режим "Маска", в результате чего на плате будут выделены все контактные площадки. Те из них, через отверстия которых не проходят выводы деталей, не соединяемые с общим проводом, и все контактные площадки для поверхностного монтажа из маски нужно удалить. Для этого нужно щёлкнуть по каждой из них левой кнопкой мыши, чтобы снять выделение. Повторный щелчок возвращает площадку в число выделенных.

Некоторые контактные площадки этим операциям не поддаются, а при щелчке выделяется лежащий под такой площадкой проводник или полигон. Мешающий проводник или полигон нужно временно перенести в другой слой (например, К1 или К2). После выполнения нужной операции с контактной площадкой не забудьте вернуть его обратно.

Кроме того, для отображения в слое М1 отверстий контактных площадок компонентов для навесного монтажа нужно в свойствах соответствующих площадок задать металлизацию их отверстий. Это облегчит совмещение рисунков.

Далее необходимо распечатать с помощью лазерного принтера на прозрачной плёнке [2] слой М2 в режимах "Чёрно-белый" и "Зеркально" при выключенном режиме "Маска" (**рис. 1**), а также слой М1 в режиме "Маска" (установив её цвет белым), а режимы "Чёрно-белый" и "Зеркально" выклю-

чить (**рис. 2**). Обе полученные плёнки необходимо выдержать в атмосфере дихлорметана требуемое время [2], запастись двумя зажимами для скрепления бумаг и степлером, а также подготовить для экспонирования ультрафиолетом [2] заготовку платы. Размер заготовки с трёх сторон должен быть больше размера платы на 2...3 мм, а с четвёртой стороны на 7...8 мм (**рис. 3**), чтобы за эту сторону её можно было подвешивать в



Рис. 6

сосудах с химическими растворами. После этого необходимо совместить оба фотошаблона рисунками внутрь, зафиксировать их зажимами и скрепить в нескольких местах скобками с помощью степлера (**рис. 4**).

Между двумя скреплёнными плёнками нужно аккуратно, чтобы не повредить изображение, вставить заготовку, положить этот пакет на стекло рамки, предназначенной для контактной печати фотографий с фотопластинок и плоских плёнок [2], накрыть его ещё одним стеклом и зажать двумя пружинами (**рис. 5**). После этого экспонировать сначала одну, затем другую стороны под ультрафиолетовым светильником [2].

Поскольку плата двухсторонняя, технология проявления и травления несколько изменена по сравнению с описанной в [2]. Проявлять и травить плату в кювете, как это описано в [2], не рекомендуется, поскольку есть вероятность повредить рисунок на стороне, непосредственно контактирующей с дном кюветы. Поэтому, если размер платы невелик (у рассматриваемой платы — 22×32 мм), целесообразно в качестве сосуда для растворов использовать небольшой пластмассовый стакан. Это может быть, например, колпачок от баллона с аэрозольной краской, пеной для бритья либо крышка от баллона для заправки газовых зажигалок. Потребуется также отрезок пластмассового П-образного профиля, в зазор которого необходимо вставить с натягом ту грань заготовки платы, где зазор до печатных проводников максимален. Висящая на профиле заготовка платы, опущенная в сосуд, не должна касаться его дна (**рис. 6**).

Вначале в сосуд наливают проявитель, а лишь затем опускают заготовку платы и проявляют её по технологии, описанной в [2]. Затем заготовку и сосуд промывают холодной водой, в сосуд наливают раствор хлорного

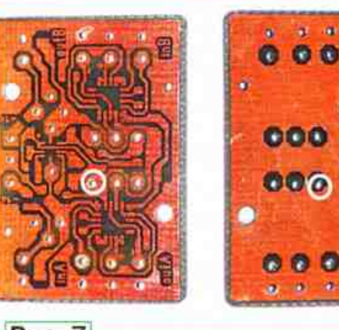


Рис. 7

железа, опускают заготовку и травят её до готовности. Разумеется, технология проявления и травления может

Рис. 8

быть и иной, но главное — исключить повреждение нанесённых на заготовку рисунков посторонними предметами, в том числе стенками и дном сосуда.

После травления заготовку промывают и сушат. Далее со стороны печатных проводников сверлят в ней отверстия. Технология сверления подробно описана в [3, 4]. После этого плату обрезают по канту, который хорошо виден на рис. 1, и удаляют напильником все заусенцы и сам кант. Затем тампоном, смоченным ацетоном, снимают с платы защитный лаковый слой. Таким образом получаем готовую плату для лужения (**рис. 7**).

Как видно на этом рисунке, центры некоторых отверстий (одно из них помечено окружностью) не совпали с центрами окружающих их свободных от фольги участков обратной стороны платы. Однако выяснилось, что эта погрешность не связана с неточностью совмещения рисунков. Виновата неточность сверления отверстий. Она объясняется как неточностью позиционирования сверла, так и неперпендикулярностью сверла поверхности платы. В связи с этим накернивать отверстия перед сверлением необходимо более тщательно, чем при изготовлении односторонних плат.

Я рекомендую приобрести для кернера цангу с большой деревянной ручкой (**рис. 8**). Она более удобна для этой процедуры, чем ручные тиски, описанные в [3], а удобство повышает точность позиционирования кернера. В качестве кернера в цангу можно зажать заточенный на алмазном круге под углом 90...100 градусов хвостовик диаметром 3 мм от сломанного твёрдосплавного сверла. Технология заточки подробно описана в [3]. Что касается перпендикулярности сверла по отношению к поверхности платы, то её можно обеспечить, если не держать микродрель в руке, а использовать хотя бы простейший сверлильный станок [4].

И последнее, что следует отметить. Для электрического соединения общего провода в слое M1 с общим проводом слоя M2 соединяемые с этим проводом проволочные выводы деталей (разъёмов, микросхем, оксидных конденсаторов) необходимо пропаивать с двух сторон платы. Кроме того, на общем проводе желательно предусмотреть несколько переходных отверстий, в которые надо вставить отрезки неизолированного провода и тоже пропаять их с двух сторон.

Описанный метод, на мой взгляд, достаточно прост, а его результаты вполне удовлетворительны. Рекомендую его для изготовления двухсторонних печатных плат.

ЛИТЕРАТУРА

1. Делаем двухслойные печатные платы дома. — URL: **http://h0rr0rr-drag0n.blogspot.com/2011/09/blog-post.html** (06.12.2018).

2. **Кузьминов А.** Технология изготовления печатных плат с высоким разрешением в любительских условиях. — Радио, 2017, № 10, с. 24—28.

3. **Кузьминов А.** Изготовление устройств на печатных платах с высоким разрешением в домашних условиях. Часть 1. — Технологии в электронной промышленности, 2010, № 8, с. 18—25.

4. **Кузьминов А.** Изготовление устройств на печатных платах с высоким разрешением в домашних условиях. Часть 2. — Технологии в электронной промышленности, 2011, № 1, с. 9—13.



Настольный вольтметр

С. ГЛИБИН, г. Москва

Первый измерительный прибор радиолюбителя, как правило, — вольтметр постоянного тока. От него мы "узнаём" о выходных напряжениях блоков питания, степени разрядки аккумуляторов и гальванических элементов, о режимах работы электронных компонентов, — всего не перечислить. Описываемый ниже вольтметр собран без применения микроконтроллера, но имеет малые габариты, сравнимые со спичечным коробком. Его могут повторить все, у кого есть в наличии популярная микросхема КР572ПВ5 или её зарубежный аналог.

В моей практике наиболее востребованный из измерительных приборов — настольный вольтметр постоянного тока. Не исключаю, что и у большинства читателей тоже. Ранее в этой роли у меня был задействован мультиметр [1], постоянно включённый на предел 20 В, но вынужденные манипуляции с переключателем рода работ после измерений меня не устраивали. Поэтому был разработан и собран малогабаритный вольтметр на основе микросхемы АЦП КР572ПВ5 с питанием от одного Li-Ion аккумулятора, который был непригоден для работы в сотовом телефоне, но сохранил свою ёмкость, равную 1 А·ч при малом токе нагрузки (несколько миллиампер). Напряжение аккумулятора удваивает маломощный повышающий преобразователь напряжения с высоким КПД (около 95 %). Вольтметр, как и описанный в [1] мультиметр, работает не менее месяца без выключения питания.

О КПД маломощных преобразователей хочется сказать отдельно. Просторы Интернета и некоторые издания, справедливо дающие возможность авторам поделиться своими разработками, собранными "на том, что было под рукой", изобилуют вариантами преобразователей, повышающих напряжение малогабаритных аккумуляторов с 1,2...3,7 В до 9 В для питания мультиметров вместо штатной батареи "Крона" или её зарубежных аналогов. Пример — многочисленные клоны на основе автогенераторов, блокинг-генераторов и т. п. с применением биполярных транзисторов в качестве силовых ключей. Для надёжного открывания такого транзистора требуется ток (ток базы), потребляемый не нагрузкой, а преобразователем. Кроме того, напряжение насыщения транзистора может достигать 1 В. Каков в таком случае КПД, возможно, никому из авторов не приходило в голову. А ведь "батарейка — не электростанция"! Так говорил руководитель радиокружка Дома пионеров, который я посещал в школьном возрасте, и эту фразу запомнил навсегда.

Ещё в конце прошлого века было разработано и выпущено фирмами-производителями немало микросхем для сборки на их основе маломощных преобразователей напряжения в миниатюрном исполнении со схемными решениями, позволяющими достичь очень высокого КПД в БП, причём без какого либо налаживания. Выражаясь компьютерной терминологией — "Plug and Play". Одно из таких решений применено в настольном вольтметре, предлагаемом читателям.

Схема вольтметра приведена на **рис. 1**. Он собран на АЦП — микросхеме DD2 КР572ПВ5 (АО РЗПП "Альфа", импортный аналог ICL7106 [2]) и ЖКИ HG1 ITS-E0803SRNP [3]. Предел измеряемого напряжения — 20 В. Входное сопротивление — 20 МОм. Напряжение питания 7,4 В на выводе 26 (–U) АЦП получено от преобразователя на коммутируемых конденсаторах, собранного на микросхеме DA1 ICL7660ACBA по типовой схеме. Его КПД, как уже сказано выше, — около 95 %.

При разрядке Li-Ion аккумулятора G1 до 3 В напряжение питания АЦП снижается до 6 В, что менее допустимого — 7 В. Это приводит к падению

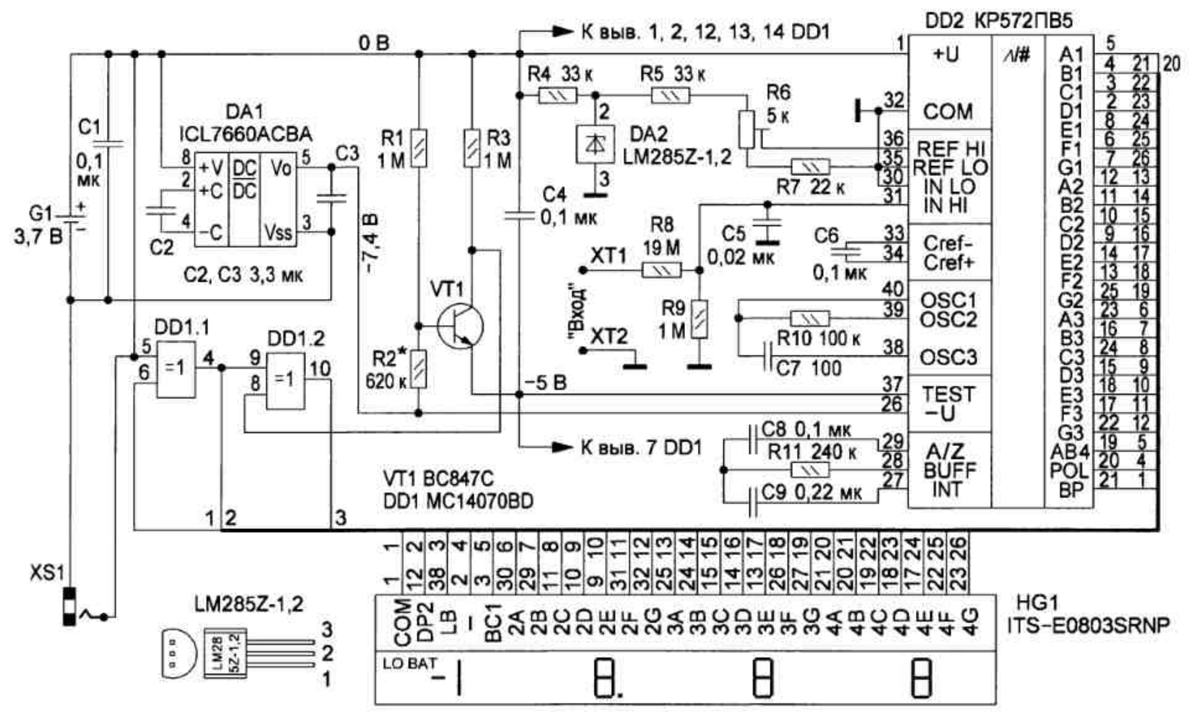
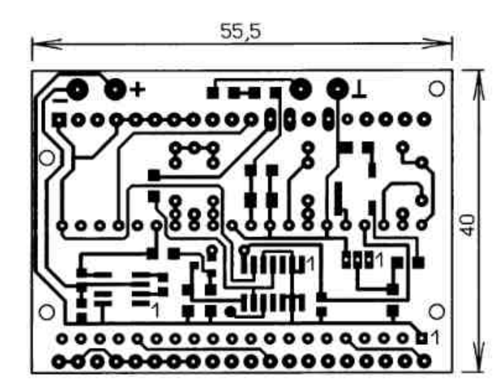
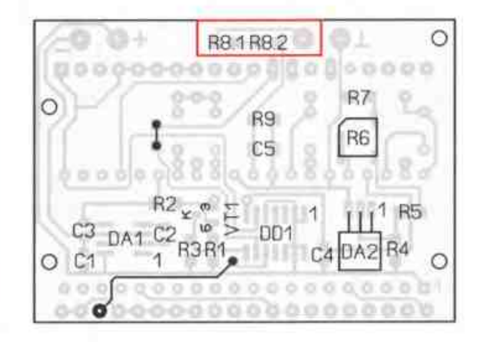


Рис. 1





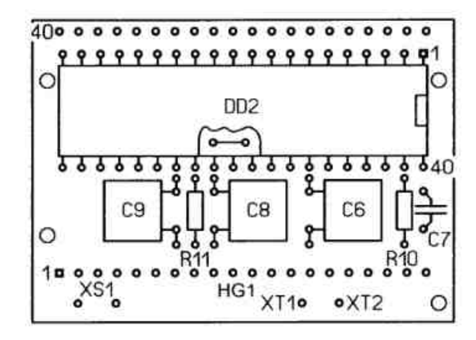


Рис. 2

выходных напряжений встроенных в него стабилизаторов. В авторском экземпляре напряжения –3 В и –5 В относительно вывода 1 (+U) АЦП уменьшались соответственно на 0,2 и 0,3 В. На функционировании его внутренних узлов и качестве отображения знаков ЖКИ это практически не отражается, но применение традиционного резистивного делителя для получения стабильного опорного напряжения на выводе 36 (REF HI) АЦП от канала –3 В, а значит, и стабильных показаний уже недостаточно. Поэтому его стабильность, вплоть до срабатывания встроенной в аккумулятор защиты (обычно при снижении до 2,4... 2,5 В), обеспечивает маломощный прецизионный ИОН на микросхеме DA2 LM285Z-1,2 и резисторе R4, а уже к выходу ИОН подключён резистивный делитель напряжения R5—R7. Опорное напряжение снято с движка подстроечного резистора R6.

Поскольку в чувствительности 200 мВ по входу IN HI (вывод 31) АЦП нет необходимости, она выбрана равной 1 В увеличением опорного напряжения с 0,1 до 0,5 В. Это позволило уменьшить ёмкость конденсатора автообнуления C8 с 0,47 до 0,1 мкФ, что при измерениях снизило время восстановления после перегрузки от входного сигнала и влияние уровня шумов в АЦП [2].



Рис. 4

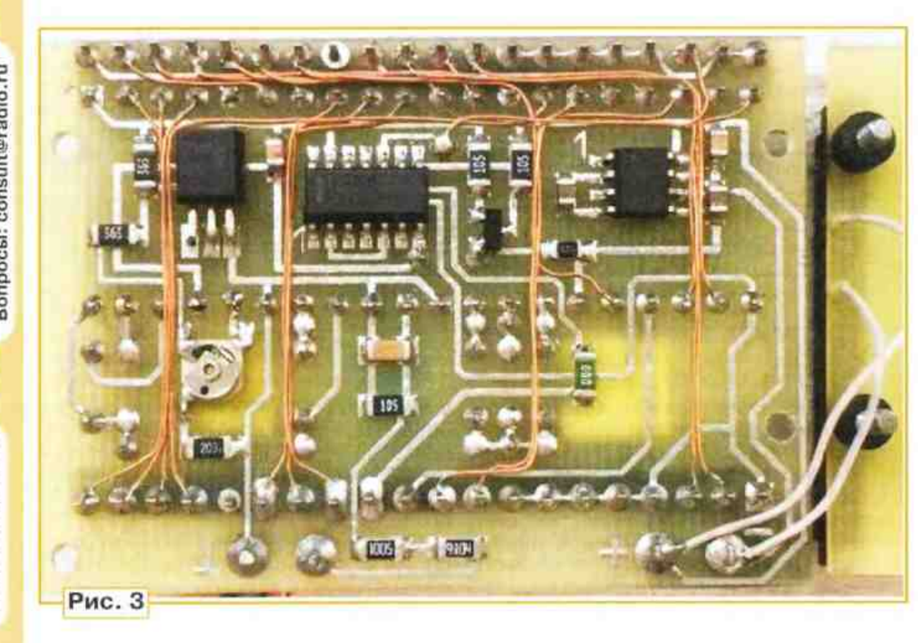


Рис. 3

Для индикации на ЖКИ знаков запятой (DP2 — вывод 12) и разрядки батареи LO BAT (LB — вывод 38) использован узел на двух элементах DD1.1, DD1.2 "исключающее ИЛИ" (англ. аббревиатура "XOR") микросхемы MC14070BD и транзисторе VT1 BC847C.

Первый элемент инвертирует импульсы напряжения формы "меандр" с выхода BP (вывод 21) АЦП, обеспечивая постоянное "высвечивание" знака запятой. Второй — совместно с компаратором, выполненным на транзисторе VT1 и резисторах R1—R3, обеспечивает "высвечивание" знака LO BAT при снижении напряжения аккумулятора до 3,3 В и менее. Снижение напряжения до 3,3 В приводит к открыванию транзистора VT1 и установке уровня лог. 0 на выводе 8 элемента DD1.2. Напряжение формы "меандр" с выхода элемента DD1.1 начинает проходить через элемент DD1.2 без инверсии, что и вызывает "высвечивание" этого знака.

Чертёж печатной платы вольтметра и расположение элементов приведены на **рис. 2**. Микросхемы DA1 и DD1 — в корпусе SOIC-8 и SOIC-14 соответственно, DD2 — DIP-40, DA2 — TO-92, транзистор VT1 — SOT-23. Микросхему MC14070BD (DD1) можно заменить аналогом из серии 4000B других производителей. Керамические конденсаторы C1—C4 — поверхностно монтируемые типоразмера 0805, керамический конденсатор C5 и резис-

торы R1—R9 — поверхностно монтируемые типоразмера 1206. Конденсаторы C6—C9 и резисторы R10, R11— выводные. Конденсаторы C6, C8, C9 — К73-17 или импортные на номинальное напряжение 63 или 100 В, C7 — К10-17б или импортный. Резистор R8 составлен из двух, соединённых последовательно R8.1 и R8.2 (рис. 2) с номинальными сопротивлениями 9,1 и 10 МОм. Подстроечный резистор R6 — PVG3A, PVG3G фирмы Murata или аналогичный. Зарядное гнездо XS1 — DS-313. Для установки ЖКИ использована панель для микросхемы в корпусе DIP-40. Она распилена вдоль на две половины, мешающие установке, остатки перемычек удалены. Большая часть соединений выводов АЦП с выводами панели выполнена проводом марки ПЭВЛ-0,2, облуживающимся без предварительного удаления изоляции. На **рис. 3** показана смонтированная плата со стороны печатных проводников.

Li-Ion аккумулятор приклеен двухсторонней липкой лентой к другой плате, идентичной по размерам печатной. Платы собраны в виде этажерки и скреплены между собой винтами с гайками M2 через четыре отверстия и пластмассовые втулки высотой 2...2,5 мм. Тыльная часть корпуса микросхемы LM285Z-1,2 спилена абразивным бруском до толщины 2 мм. При монтаже микросхемы ICL7660ACBA её вывод 6 следует отогнуть или укоротить.

Для измерений использованы имеющиеся в продаже щупы к мультиметрам. Их штыри, вставляемые в гнёзда мультиметра, удалены бокорезами, а концы проводов запаяны на контактных площадках XT1, XT2 печатной платы по методике, приведённой в [4] на рис. 2.

Налаживание сводится к калибровке подстроечным резистором R6 по показаниям поверенного вольтметра. Для уменьшения помех от сети ~230 В, 50 Гц частота ЗГ на выводе 38 АЦП установлена равной 40 кГц путём подбора ёмкости конденсатора C7.

Влажность воздуха влияет на проводимость печатной платы между высокоомными резисторами R8.1, R8.2 и окружающими их проводниками и контактными площадками. Для устранения нестабильности измерений от влияния влажности необходимо до налаживания очистить спиртом поверхность собранной платы, выделенную на рис. 2 красным контуром, и после высыхания покрыть её одним-двумя слоями электроизоляционного акрилового лака PLASTIK-71 или аналогичным. Прибор в собранном виде показан на **рис. 4**.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Глибин С.** Питание мультиметра М-832 от двух аккумуляторов. — Радио, 2014, № 6, с. 21, 22.

2. 3½ Digit, LCD/LED Display, A/D Converters. — URL: **http://www.platan.ru/pdf/datasheets/intersil/icl7106-07-07s-522556.pdf** (10.01.2019).

3. Устройства индикации. Жидкокристаллические дисплеи. — URL: **http://www.platan.ru/pdf/ec171-172.pdf** (10.01.2019).

4. **Глибин С.** О соединении многожильных проводов с печатной платой. — Радио, 2019, № 1, с. 45.

***От редакции.** Чертежи печатной платы в форматах Sprint LayOut 5.0 и TIFF имеются по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2019/02/v.zip** на нашем FTP-сервере.*

Доработка импульсного адаптера питания TESA5-0035015dV-B

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

Миниатюрный импульсный адаптер питания TESA5-0035015dV-B отличается малым нагревом корпуса и высоким КПД. Его стабилизированное выходное напряжение — около 5 В при токе нагрузки до 1,5 А. Такими относительно мощными компактными адаптерами питания оснащают различные мобильные устройства, продаваемые под торговой маркой Texet [1].

При эксплуатации этого адаптера были выявлены такие недостатки, как сильное искрение при подключении к сетевой розетке и отсутствие индикации режима работы. Последнее приводит к тому, что не всегда понятно, поступает ли напряжение адаптера на подключённое к нему устройство или контакт штекера адаптера питания с предназначенным для его подключения гнездом нарушен, поэтому устройство расходует энергию своего автономного источника питания.

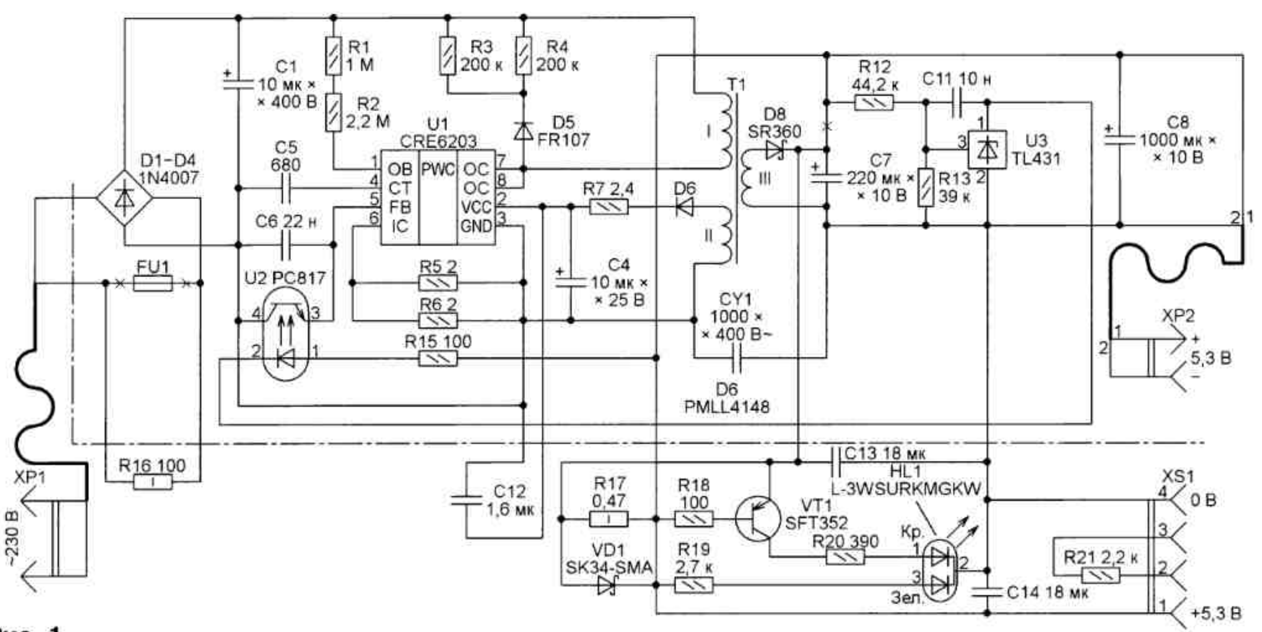


Рис. 1


Рис. 2

Чтобы устранить названные недостатки, я решил доработать адаптер и разъединил половины его корпуса с помощью ножа, молотка и широкой отвёртки, начиная с одного из углов, рядом с которым расположены штыри сетевой вилки. Внутри корпуса обнаружил плату размерами 50×31 мм с двухсторонним печатным монтажом. На плату нанесена маркировка JK105-1001 REV: B.

На **рис. 1** показана восстановленная по плате исходная принципиальная схема адаптера (справа и выше штрихпунктирной линии), где сохранены позиционные обозначения деталей, нанесённые на плату. Справа и ниже этой линии находятся детали, установленные при доработке. Здесь нумерация конденсаторов и резисторов продолжает исходную.

Импульсный преобразователь напряжения собран на микросхеме CRE6203 [2], рассчитанной на работу с нагрузкой мощностью до 12 Вт, рабочая частота — около 65 кГц. Бросок тока при включении устройства в сеть ~230 В устранён установкой вместо имевшейся плавкой вставки F1 невозгораемого резистора R16.

Для светодиодной индикации режима работы был собран узел из двухцветного светодиода HL1, германиевого транзистора VT1, диода Шоттки VD1 и резисторов R17—R20. При подключении этого узла с платы удалена проволочная перемычка, которой производитель заменил дроссель L2 (такая маркировка имеется на плате). Резистор R17 установлен вместо этой перемычки. Выводы диода VD1 припаяны со стороны печатных проводников к выступающим выводам этого резистора. Вместо диода SK34-SMA можно применить другой низковольтный диод Шоттки, желательно в корпусе минимальной толщины, например SS32.

Транзистор VT1 и резисторы R18—R20 приклеены к верхней крышке корпуса двумя слоями клея БФ-19 и покрыты тонким слоем клея "Квинтол". На транзистор надета защитная термоусаживаемая трубка. Вместо низкочастотного германиевого транзистора SFT352 подойдёт ГТ2307. Пригодны и отечественные германиевые транзисторы серий МП25, МП26, МП39—МП42, но найти для такого транзистора свободное место в тесном корпусе будет трудно. Если есть возможность, желательно подобрать транзистор с наибольшим коэффициентом передачи тока базы.

Светодиод L-3WSURKMGKW, который можно заменить, например, на L-3WSRSGW-CC, L-469SRSGW или L-469SUR-KSGW, приклеен к верхней крышке корпуса. При отсутствии подключённой к выходу адаптера питания нагрузки его свечение зелёного цвета. Чем больше ток нагрузки, тем больше падение напряжения на резисторе R17, поэтому транзистор VT1 открывается сильнее. Свечение красного кристалла светодиода становится заметным при токе нагрузки 23 мА. Если этот ток более 0,1 А, свечение становится ярко-оранжевым. Диод Шоттки VD1 ограничивает падение напряжения на резисторе R17.

На печатной плате адаптера питания предусмотрено место для установки розетки USB-A, а в корпусе имеется под него отверстие, закрытое заглушкой, через которую выведен гибкий шнур со штекером XP2. Заглушка была удалена, а разъём XS1 установлен на предусмотренное место.

Шнур со штекером выведен в дополнительно просверленное в корпусе отверстие диаметром 4,7 мм. Длина этого шнура всего 120 см, что маловато и причиняет неудобства. Поэтому выступающая часть корпуса с контактными штырями сетевой вилки срезана и использована для изготовления компактной неразборной сетевой вилки XP1 с гибким шнуром длиной 60 см.

Керамические конденсаторы C12—C14 припаяны со стороны печатных проводников между выводами оксидных конденсаторов (соответственно C4, C7 и C8). Резистор R21 припаян между выводами контактов 2 и 3 розетки XS1. Компоновка узлов в корпусе показана на **рис. 2**.



Рис. 3

В режиме холостого хода адаптер потребляет менее 0,4 Вт при напряжении в сети 215 В, а при токе нагрузки 1,5 А — 1,7 Вт. Выходное напряжение не выходит за пределы 5,3...5,11 В даже при увеличении тока нагрузки до 2,5 А. Это опровергает приведённые в [3] сведения о слишком большой "просадке" выходного напряжения адаптера под нагрузкой. Причиной этого могло быть большое падение напряжения на резисторе-датчике тока, имеющемся в измерительном приборе, и на сопротивлении измерительных проводов. Возможно, наконец, проверке подвергался не "фирменный", а поддельный адаптер, в котором из экономии отсутствовал стабилизатор напряжения.

При токе нагрузки 1,5 А размах пульсаций выходного напряжения — 0,16 В, а при токе нагрузки 0,5 А он уменьшается до 0,07 В. Корпус адаптера нагревается незначительно даже при максимальной нагрузке.

Фотоснимок доработанного адаптера в сборе показан на **рис. 3**. Его я применяю для питания не только мобильных устройств, но также USB-концентратора [4] и внешних компьютерных жёстких дисков.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Бутов А.** Доработка электронной книги "Texet TB-840HD". — Радио, 2016, № 2, с. 52, 53.

2. PWM Controller of High-performance Current Mode CRE6203. — URL: **https://datasheetspdf.com/pdf-file/790912/CRESemiconductor/CRE6203/1** (27.11.2018).

3. **Vladsl**. Отзыв: Адаптер питания Texet TESA5 5V. — URL: **http://otzovik.com/review_5004069.html** (07.12.2018).

4. **Бутов А.** Доработка USB-концентратора. — Радио, 2013, № 11, с. 12.

Авиамодельный тахометр

О. ИЛЬИН, г. Казань

Описываемый в статье тахометр предназначен для измерения частоты вращения воздушных винтов авиамоделей, но его можно использовать для контроля работы и других лопастных механизмов — роторов, крыльчаток, обтюраторов.

Принцип действия этого прибора основан на измерении частоты прерывания лопастями вращающегося воздушного винта светового потока от любого близкого к точечному источника света, падающего на фоточувствительный элемент тахометра. По сравнению с авиамодельными тахометрами, описанными в [1, 2], он имеет более широкий интервал измеряемой частоты вращения воздушного винта, более точен и стабилен в работе, а также не требует пересчёта показаний индикатора частоты вращения в зависимости от числа лопастей контролируемого воздушного винта. По своим техническим характеристикам и составу функциональных узлов описываемый прибор наиболее близок к описанному в [3], однако конструктивно проще и более удобен в эксплуатации.

При работе с тахометром [3] необходимо помещать лопасти воздушного винта в зазор шириной 150...200 мм между ИК-передатчиком и ИК-приёмником, входящими в состав этого прибора, что не всегда выполнимо на практике из-за особенностей конструкции воздушных винтов некоторых авиамоделей. Например, у моделей вертолётов лопасти несущего винта, закреплённые на шарнирах, совершают не только вращательное движение по окружности в горизонтальной плоскости, но и могут перемещаться в вертикальной плоскости, а также поворачиваться вокруг своих продольных осей, вследствие чего не исключена возможность выхода лопастей за пределы зазора между ИК-передатчиком и ИК-приёмником тахометра. Предлагаемый прибор свободен от указанного недостатка.

Этим прибором можно измерять частоту вращения воздушных винтов, содержащих две, три и четыре лопасти. Тахометр оснащён стрелочным индикатором частоты вращения, что обеспечивает не только количественную, но и качественную оценку динамики изменения контролируемого параметра [4]. Прибор имеет два предела измерений частоты вращения воздушного винта: до 3000 мин$^{-1}$ и до 30000 мин$^{-1}$. Погрешность измерения — не хуже ±2,5 %. Он выполнен на доступной элементной базе и прост в налаживании.

Функциональная схема тахометра приведена на **рис. 1**, где A1 — полосовой усилитель; A2 — формирователь коротких импульсов (дифференцирующая RC-цепь); B1 — фоточувствительный элемент; D1 и D9 — RS-триггеры; D2 — формирователь прямоугольных импульсов напряжения (триггер Шмитта); D3 — электронный коммутатор; D4—D8 — делители частоты; D10 — счётчик импульсов; G1 — кварцевый генератор прямоугольных импульсов; H1 — контрольный светодиодный индикатор; H2 — узел стрелочного индикатора частоты вращения воздушного винта; SA1 — переключатель пределов измерения 0—3000 мин$^{-1}$ и 0—30000 мин$^{-1}$; SA2 — переключатель числа лопастей винта (2, 3 или 4); SB1 — кнопка управления.

При проведении измерения фоточувствительный элемент B1 тахометра направляют на плоскость диска, ометаемого лопастями вращающегося воздушного винта. Его лопасти периодически прерывают световой поток, падающий на фоточувствительный элемент B1, который преобразует прерывистый оптический сигнал в электрический импульсный сигнал, который усиливает и отфильтровывает от помех полосовой усилитель A1. Триггер Шмитта D2 формирует из выходного сигнала усилителя A1 прямоугольные импульсы с крутыми перепадами.

Частота следования этих импульсов равна произведению частоты вращения воздушного винта на число его лопастей. Для учёта этого фактора в сигнальный тракт тахометра введены делители частоты D4—D6, уменьшающие частоту

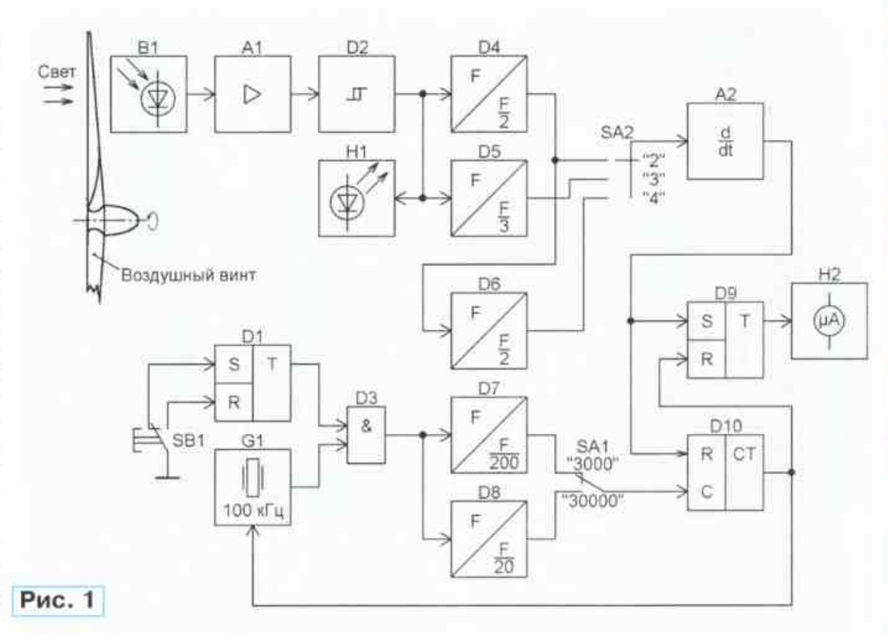


Рис. 1

импульсов от вращающегося винта соответственно в два, три и четыре раза. Необходимый коэффициент деления выбирают переключателем SA2.

Светодиодный индикатор H1, подключённый к выходу триггера Шмитта D2, служит для контроля наличия импульсов. В отсутствие оптического сигнала или при его недостаточной интенсивности светодиод в нём не светится. С появлением оптического сигнала достаточной для измерения частоты интенсивности светодиод вспыхивает в ответ на каждый импульс. При частоте импульсов более 40...50 Гц его свечение кажется непрерывным.

Кварцевый генератор G1 вырабатывает периодическую последовательность прямоугольных импульсов, следующих с частотой 100 кГц. Она поступает на электронный коммутатор D3, управляемый RS-триггером D1, устраняющим дребезг контактов кнопки SB1. Когда кнопка не нажата, на выходе RS-триггера D1 логический уровень напряжения низкий и коммутатор закрыт. Для выполнения измерения нажимают на кнопку SB1 и удерживают её. При этом на выходе RS-триггера D1 устанавливается напряжение высокого логического уровня, вследствие чего коммутатор D3 пропускает импульсы генератора G1, и они поступают на входы делителей частоты D7 и D8, на выходах которых формируются последовательности прямоугольных импульсов, следующих соответственно с частотой 500 и 5000 Гц.

Прямоугольные импульсы с выхода одного из делителей частоты D4—D6 (в зависимости от положения переключателя SA2) поступают на вход дифференцирующей цепи A2, которая формирует короткие импульсы, совпадающие с перепадами уровня на выходе выбранного переключателем делителя частоты. Положительные импульсы, совпадающие с нарастающими перепадами, воздействуя на вход R счётчика D10, устанавливают его нулевое состояние. При этом триггер D9 устанавливается в состояние "1".

Прямоугольные импульсы частотой 500 или 5000 Гц (в зависимости от положения переключателя SA1) поступают на вход C счётчика D10. Через промежуток времени, определяемый разрядностью этого счётчика и частотой тактовых импульсов, на выходе счётчика D10, а следовательно, и на входе R RS-триггера D9 появляется импульс напряжения высокого логического уровня, что вызывает переключение этого триггера в нулевое состояние.

В результате регулярного повторения этих процессов на выходе триггера D9 формируется последовательность импульсов фиксированной амплитуды и нормированной длительности, следующих с частотой вращения воздушного винта. Выход счётчика D10 соединён также с управляющим входом генератора импульсов G1, воздействие на который уменьшает случайную составляющую погрешности длительности импульсов на выходе триггера D9, связанную с неопределённостью фазы импульсов, вырабатываемых генератором G1 в момент запуска процесса измерения [5].

С выхода триггера D9 последовательность нормированных по амплитуде и длительности прямоугольных импульсов поступает в узел стрелочного индикатора H2. Здесь из этой последовательности выделяется и подаётся на стрелочный микроамперметр постоянная составляющая, пропорциональная частоте вращения винта.

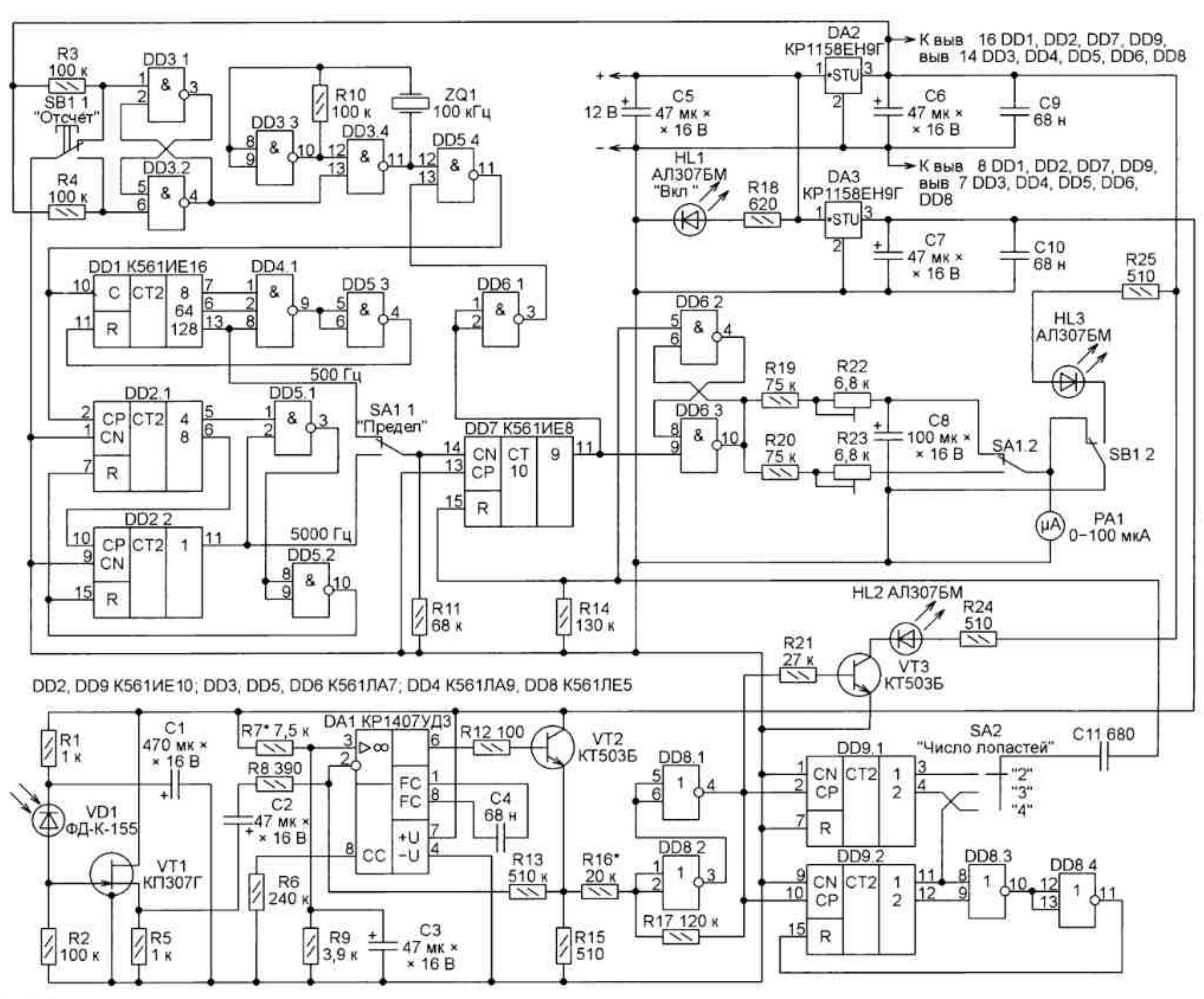


Рис. 2

Принципиальная схема тахометра изображена на **рис. 2**. Фотодиод VD1 — фоточувствительный элемент B1. Цепь R1C1 — сглаживающий фильтр в цепи питания фотодиода. ОУ DA1, полевой транзистор VT1, биполярный транзистор VT2, конденсаторы C2—C4 и резисторы R2, R5, R7—R9, R12, R13, R15 образуют полосовой усилитель (A1 на рис. 1). Истоковый повторитель на транзисторе VT1 согласует высокое выходное сопротивление фотодиода VD1 с низким входным сопротивлением инвертирующего усилителя на ОУ DA1, которое задано резистором R8. Коэффициент усиления по напряжению инвертирующего усилителя равен отношению сопротивления резисторов R13 и R8. Цепь R7R9C3 обеспечивает нормальный режим работы ОУ DA1 по постоянному току при однополярном питании. Резистор R6 задаёт ток управления этого ОУ. Конденсатор C2 — разделительный, конденсатор C4 служит для частотной коррекции ОУ DA1. Транзистор VT2 и резисторы R12, R15 образуют эмиттерный повторитель, повышающий нагрузочную способность усилителя.

Коэффициент усиления по напряжению полосового усилителя в середине полосы пропускания — не менее 500, нижняя и верхняя граничные частоты полосы пропускания по уровню –3 дБ соответственно не более 10 Гц и не менее 5 кГц.

Фоточувствительный элемент и полосовой усилитель тахометра питаются от отдельного стабилизатора напряжения +9 В, выполненного на микросхеме DA3 и конденсаторах C7, C10. Это уменьшает влияние на работу фоточувствительного элемента и полосового усилителя помех, создаваемых импульсными и цифровыми узлами тахометра и распространяющихся по цепям питания.

На логических элементах DD8.1 и DD8.2 собран триггер Шмитта (D2 на рис. 1). Его пороги переключения заданы резисторами R16 и R17. Двоичные счётчики импульсов DD9.1, DD9.2 и логические элементы DD8.3, DD8.4 образуют делители частоты на два, три и четыре (D4—D6 на рис. 1). Узел светодиодного индикатора (H1 на рис. 1) состоит из усилителя на транзисторе VT3 с задающим ток его базы резистором R21 и светодиода HL2. Резистор R24 задаёт ток, протекающий через светодиод HL2.

Логические элементы DD3.1, DD3.2 и резисторы R3, R4 образуют RS-триггер (D1 на рис. 1), управляемый кнопкой SB1.1. Генератор прямоугольных импульсов частотой 100 кГц (G1, рис. 1) состоит из логических элементов DD3.3, DD3.4, DD5.4, резистора R10 и кварцевого резонатора ZQ1. Соединённые между собой выводы 1, 2 элемента DD6.1 — управляющий вход генератора. Логический элемент DD5.4 — электронный коммутатор (D3 на рис. 1).

Двоичный счётчик DD1 и логические элементы DD4.1, DD5.3 — делитель частоты на 200 (D7 на рис. 1). Он формирует на выходе (выв. 13 DD1) последовательность прямоугольных импульсов, следующих с частотой 500 Гц. Двоичные счётчики DD2.1, DD2.2 и логические элементы DD5.1, DD5.2 — делитель частоты на 20 (D8 на рис. 1), на его выходе (выв. 11 DD2.2) сформирована последовательность прямоугольных импульсов, следующих с частотой 5000 Гц.

Дифференцирующая цепь R14C11 (A2 на рис. 1) управляет работой RS-триггера, собранного на логических элементах DD6.2, DD6.3 (D9 на рис. 1), и десятичного счётчика импульсов, выполненного на микросхеме DD7 (D10 на рис. 1). Длительность прямоугольных импульсов, формируемых на выходе этого триггера, равна 18 и 1,8 мс соответственно на первом и втором пределах измерения. Резистор R11 устраняет неопределённое состояние входа CN счётчика DD7 во время перемещения подвижного контакта переключателя SA1.1 из одного положения в другое.

Узел стрелочного индикатора частоты вращения воздушного винта (H2 на рис. 1) содержит, кроме микроамперметра PA1, добавочные резисторы R19, R20, R22, R23, которые задают чувствительность прибора на каждом из пределов измерения. Их переключает вторая группа контактов переключателя SA1. Подстроечными резисторами R22 и R23 чувствительность регулируют при калибровке прибора. Конденсатор C8 уменьшает дрожание стрелки микроамперметра PA1 при низкой частоте вращения винта. Вторая группа контактов кнопки SB1 закорачивает выводы микроамперметра PA1, когда измерение не ведётся. Этим микроамперметр предохраняется от повреждений при сотрясениях. При нажатой кнопке эта же группа контактов включает светодиод HL3, свечение которого показывает, что идёт измерение.

Стабилизатор напряжения, состоящий из микросхемы DA2 и конденсаторов C5, C6, C9, формирует на своём выходе напряжение +9 В, предназначенное для питания цифровых и импульсных узлов тахометра. Светодиод HL1 с ограничивающим ток резистором R18 — индикатор включённого состояния прибора.

Тахометр смонтирован навесным способом на макетной плате. В приборе применены оксидные конденсаторы K50-35, вместо которых можно использовать другие аналогичные. Керамические конденсаторы — K10-17-1а, вместо них подойдут КМ-6 или импортные. Постоянные резисторы — C2-33, возможная замена C2-23, МЛТ, ОМЛТ. Подстроечные резисторы — СП2-2а или другие подобные. Кварцевый резонатор ZQ1 с частотой последовательного резонанса 100 кГц. Кнопка SB1 — КМ2-1, переключатель SA1 — МТ3, галетный переключатель SA2 — ПГК 3П3Н. Микроамперметр PA1 — M906 или другой с током полного отклонения стрелки 100 мкА.

Фотодиод ФД-К-155 можно заменить другим, подходящим по техническим характеристикам. Вместо светодиодов серии АЛ307 допустимо установить и другие подходящего цвета свечения. Замена полевого транзистора КП307Г — транзисторы той же серии или серии КП303. Транзистор КТ503Б можно заменить транзистором этой же серии или другим кремниевым структуры n-p-n средней мощности. Вместо ОУ КР1407УД3 подойдёт 1407УД3 с учётом различий в типе корпуса и назначении выводов. Микросхемы серии К561 могут быть заменены микросхемами серии 564 или импортными функциональными аналогами. Неиспользуемые входы надо соединить с минусовой линией питания. Интегральные стабилизаторы КР1158ЕН9Г можно заменить другими с номинальным выходным напряжением +9 В.

Налаживание функциональных узлов тахометра особенностей не имеет, его выполняют по известным методикам. Калибровку тахометра производят по сигналу от внешнего генератора синусоидального напряжения, подключённого через разделительный конденсатор ёмкостью не менее 1 мкФ к затвору транзистора VT1, с отключённым на время калибровки выводом анода фотодиода VD1. Амплитуду выходного сигнала генератора устанавливают такой, при которой устойчиво светится светодиод HL2 и отсутствует насыщение усилителя на ОУ DA1. На первом пределе измерения в положениях "2", "3", "4" переключателя SA2 частоты калибровки 100, 150 и 200 Гц соответствуют частоте вращения воздушного винта 3000 мин$^{-1}$ (максимальной на первом пределе измерения), а на втором пределе измерения при тех же положениях переключателя SA2 частоты калибровки 1000, 1500, 2000 Гц соответствуют частоте вращения воздушного винта 30000 мин$^{-1}$ (максимальной на втором пределе измерения). Стрелку микроамперметра PA1 устанавливают на последнее деление шкалы при калибровке прибора на пределах измерения 3000 мин$^{-1}$ и 30000 мин$^{-1}$ подстроечными резисторами R22 и R23 соответственно.

Во время измерения тахометром частоты вращения воздушного винта максимальное расстояние от фоточувствительного элемента прибора до плоскости диска, ометаемого лопастями вращающегося воздушного винта, не должно превышать 150...180 мм. Следует исключить попадание на фоточувствительный элемент тахометра пульсирующего светового потока, создаваемого источниками искусственного освещения — лампами накаливания или люминесцентными лампами.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Миль Г.** Электронное дистанционное управление моделями. Пер. с нем. В. Н. Пальянова. — М.: ДОСААФ, 1980.

2. **Евстратов В.** Винт на контроле. — Моделист-конструктор, 1992, № 11, с. 6, 7.

3. **Ильин О.** Авиамодельный тахометр. — Радио, 2015, № 10, с. 38—40.

4. **Межлумян А.** Цифровая или аналоговая? — Радио, 1986, № 7, с. 25, 26.

5. **Алёшин П.** Стабильный одновибратор. — Радио, 1993, № 8, с. 40.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Регулируемый малогабаритный светодиодный USB-светильник

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

В настоящее время широкое распространение получили носимые аккумуляторные источники питания, известные под названием Power Bank. Их основное назначение — зарядка аккумуляторов различных гаджетов в условиях отсутствия доступа к сети 230 В. Поэтому их берут в поездки, походы, по-грибы, на рыбалку и т. д. Светодиодный светильник, описание которого предлагается читателям, может быть использован как светильник или ночник в путешествиях с питанием от Power Bank, а также в домашних условиях при питании от ЗУ сотового телефона.

Схема светильника показана на **рис. 1**. Он собран по схеме импульсного повышающего регулируемого преобразователя напряжения. На микросхеме таймера DA1 собран генератор импульсов с регулируемой скважностью импульсов, её регулировку осуществляют с помощью переменного резистора R2. На транзисторе VT1 собран электронный ключ, который управляется импульсами с выхода генератора. Дроссель L1 — накопительный. Питание поступает через USB-разъём XS1.

Когда транзистор открыт, через накопительный дроссель протекает ток и энергия запасается в его магнитном поле. При закрывании транзистора на его стоке возникает ЭДС самоиндукции и формируется импульс напряжения, который выпрямляет диод VD3. Пульсации выпрямленного напряжения сглаживает конденсатор C3. Благодаря нелинейной вольт-амперной характеристике светодиодов напряжение на них меняется мало при протекании тока в большом интервале. Поэтому напряжение на конденсаторе C3 будет около 20 В. Но в зависимости от продолжительности открытого состояния транзистора на светодиоды передаётся разная энергия, поэтому при изменении скважности импульсов яркость светильника изменяется.

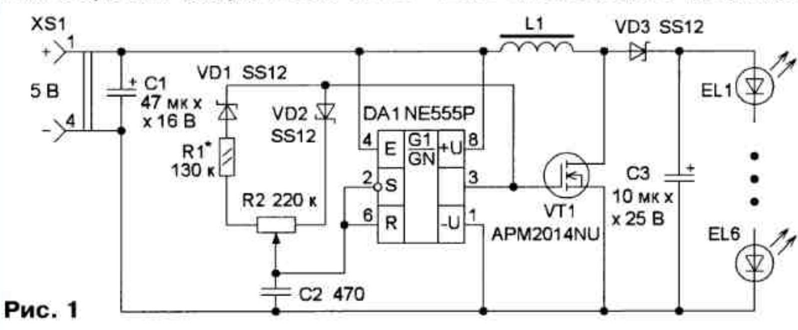


Рис. 1

Практически все элементы, за исключением переменного резистора, смонтированы на двухсторонней печатной плате толщиной 1...1,5 мм, чертёж которой показан на **рис. 2**. Применён постоянный резистор для поверхностного монтажа типоразмера 1206, оксидные конденсаторы — танталовые типоразмера C, конденсатор C2 — керамический типоразмера 0805. Переменный резистор — любой малогабаритный, например, СП3-16б, СП3-6. Дроссель намотан на кольце диаметром 9 мм и высотой 3 мм от трансформатора КЛЛ и содержит 30 витков провода ПЭВ-2 0,4. На печатной плате есть посадочные места для установки микросхемы серии 555 как в корпусе DIP8 (NE555N, NE555P), так и в корпусе SO8 (NE555D, NE555DT).

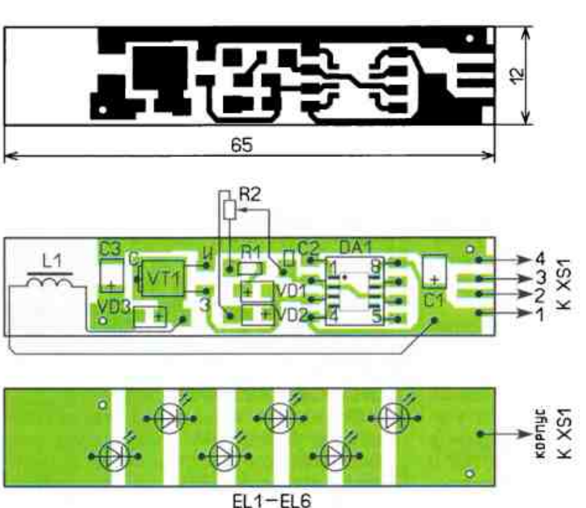


Рис. 2



Рис. 3

Применены одиночные светодиоды белого свечения типоразмера 5050. У них типовые параметры: номинальное напряжение — 3,3 В, максимальный ток — 60 мА, максимальная рассеиваемая мощность — 200 мВт. В светильнике не следует превышать эти параметры. Поэтому налаживание сводится к подборке резистора R1, с помощью которого устанавливают максимальную допустимую яркость светильника. Для этого резистор R1 временно заменяют переменным резистором сопротивлением 220 кОм (устанавливают в положение максимального сопротивления), движок резистора R2 устанавливают в крайнее левое по схеме положение. Подают питающее напряжение, и добавочным переменным резистором устанавливают потребляемый светильником ток 250....280 мА. Затем этот резистор удаляют и устанавливают резистор R1 с сопротивлением, равным сопротивлению переменного. В этом случае ток через светодиоды не превысит максимально допустимого. В крайне правом по схеме положении движка переменного резистора R2 потребляемый светильником ток — 2,5 мА, а светодиоды погашены.



Рис. 4



массовой крышкой, в которой делают отверстие для USB-разъёма. На дне корпуса делают отверстие, в котором крепят переменный резистор и снабжают его ручкой. Поверхность корпуса, через которую свет не проходит, можно закрасить непрозрачной краской, чтобы не было видно плату со стороны установки микросхемы. Внешний вид светильника показан на **рис. 4** и **рис. 5**.

USB-разъём припаивают к плате с двух сторон, и после проверки работоспособности светильника места пайки для повышения прочности заливают слоем эпоксидного клея.

В качестве корпуса светильника применён пластмассовый цилиндрический прозрачный корпус (пробирка) диаметром 17 мм и длиной 90 мм (**рис. 3**). С одной стороны он закрывается пласт-

***От редакции**. Чертёж печатной платы в формате Sprint-Layout имеется по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2019/02/usb-svet.zip** на нашем FTP-сервере.*

Термостабилизатор

С. БИРЮКОВ, г. Москва

Автору довелось ремонтировать подогреватель детского питания, блок управления которого был собран на микроконтроллере на многослойной печатной плате. Напряжение питания присутствовало, но ничего не управлялось, многочисленные светодиоды не светились. Решено было сделать плату управления заново, без микроконтроллера, на доступных элементах.

Схема разработанного термостабилизатора приведена на **рис. 1**. В устройстве использован нагреватель от ремонтируемой конструкции. Источник питания, как и в оригинале, собран по схеме с балластным конденсатором C1. Указанная на схеме ёмкость конденсатора обеспечивает выходной ток 42 мА при номинальном напряжении сети и выходном напряжении 12 В [1]. Светодиод HL2 индицирует наличие питающего напряжения. На схеме не показаны цепи защиты от перегрева, сохранённые от ремонтируемой конструкции.

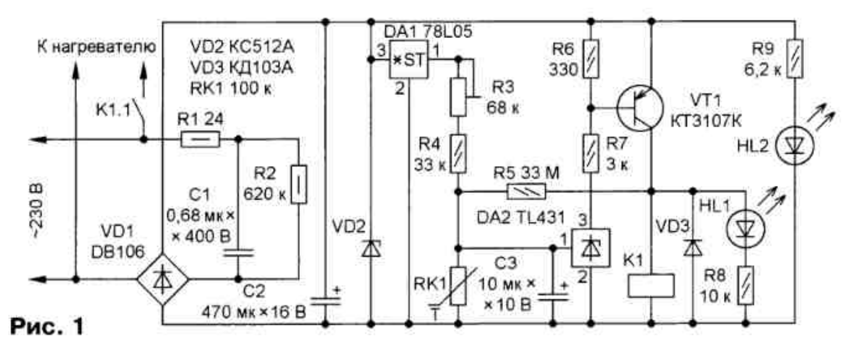


Рис. 1

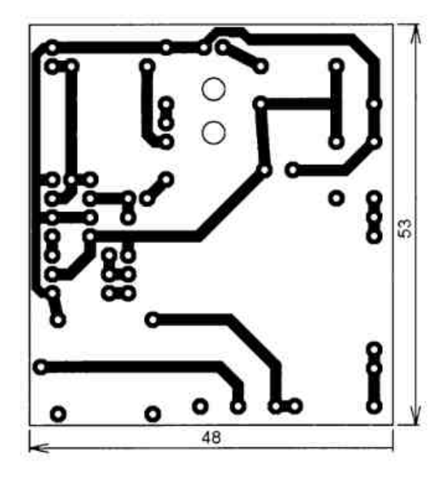
Датчик температуры RK1 — терморезистор из ремонтируемого устройства с отрицательным температурным коэффициентом и сопротивлением 100 кОм при комнатной температуре и около 50 кОм при температуре 40 °С. Терморезистор питается от стабилизатора напряжения 5 В на микросхеме DA1 через резисторы R3 и R4, конденсатор C3 служит для снижения наводок от сети 230 В.

Несколько нетрадиционен пороговый элемент, собранный на микросхеме TL431 (отечественный аналог — КР142ЕН19А), называемой "регулируемый стабилитрон" [2]. Основное её свойство заключается в том, что при напряжении на входе (вывод 1) менее 2,5 В выходной ток, протекающий через микросхему (через выводы 2 и 3), не превышает 1 мА, а при достижении этого значения резко увеличивается. Ток менее 1 мА создаёт падение напряжения на резисторе R6 менее 330 мВ, которое недостаточно для включения транзистора VT1, открывающегося, как и все кремниевые биполярные транзисторы, при напряжении база—эмиттер в пределах 500...600 мВ.

Если температура датчика RK1 ниже значения, заданного движком подстроечного резистора R3, и его сопротивление больше суммы сопротивлений резисторов R3 и R4, напряжение на выводе 1 DA2 превышает 2,5 В. Ток через микросхему DA2 создаёт на резисторе R6 падение напряжения, достаточное для открывания транзистора VT1. Коллекторный ток VT1 включает реле K1, которое замыкает свои контакты K1.1 и подаёт входное сетевое напряжение на нагреватель. При этом включается светодиод HL1. Резистор R7 ограничивает ток через микросхему DA2 и базу транзистора VT1.

Когда температура датчика превысит заданное значение, его сопротивление уменьшится до значения, меньшего суммы сопротивлений резисторов R3 и R4, транзистор и реле выключатся. Резистор R5 обеспечивает небольшую положительную обратную связь, что создаёт условия для чёткого скачкообразного переключения микросхемы DA2, транзистора и реле.

Таким образом, включением и выключением нагревателя будет поддерживаться постоянная температура в месте установки термодатчика. Подстроечным резистором R3 можно установить температуру стабилизации в пределах 20...50 °С.



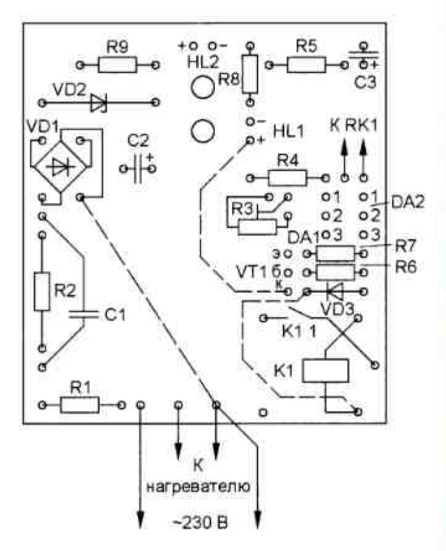


Рис. 2

В устройстве применены реле SRD-12VDC-SL-C с рабочим напряжением 12 В и сопротивлением обмотки 400 Ом, ультраяркие светодиоды диаметром 3 мм зелёного (HL1) и красного (HL2) свечения. Резисторы R8 и R9 желательно подобрать такого сопротивления (не менее 5,1 кОм), чтобы зрительно яркость свечения светодиодов была примерно одинаковой. Конденсатор C1 — К73-17 на номинальное напряжение 400 В, но лучше здесь применить импортный аналог конденсатора К73-17 на номинальное напряжение 630 В, C2 и C3 — импортные аналоги К50-35. Подстроечный резистор R3 — СП3-19а, резистор R5 — КИМ, остальные — МЛТ, С2-23, С2-33 указанной на схеме мощности. Диодный мост VD1 — любой на номинальное обратное напряжение не менее 50 В и прямой ток не менее 0,5 А. Стабилитрон VD2 — на напряжение 12 В и рассеиваемую мощность не менее 0,5 Вт, диод VD3 — любой кремниевый маломощный. Транзистор VT1 — кремниевый структуры p-n-p с коэффициентом передачи тока базы не менее 50 при коллекторном токе 30 мА. Микросхема 78L05 (DA1) заменима на КР1157ЕН5, TL431 (DA2) — на КР142ЕН19.



Рис. 3

Терморезистор RK1 может быть любым с подходящим конструктивным оформлением, отрицательным температурным коэффициентом и при температуре 20 °С иметь сопротивление от 27 до 100 кОм. Соответственно, сумма сопротивлений резисторов R3 и R4 должна быть примерно равна сопротивлению терморезистора при комнатной температуре, а резистора R5 — в 300...500 раз больше. Если термостабилизатор предполагается использовать для других целей, сопротивление каждого из резисторов R3 и R4 должно быть равно примерно 70...80 % от сопротивления терморезистора при стабилизируемой температуре.

Практически все элементы устройства смонтированы на печатной плате из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Чертёж платы приведён на **рис. 2**. На плате со стороны печатных проводников необходимо припаять три перемычки из изолированного провода. На виде расположения деталей они показаны штриховыми линиями. Фото собранной платы, установленной на переднюю панель нагревателя, показано на **рис. 3**. Несколько неравномерная плотность установки радиоэлементов на плате объясняется особенностями конструкции нагревателя.

Поскольку все цепи устройства гальванически связаны с сетью, проверку собранной платы следует производить от источника постоянного тока, подключив его через миллиамперметр к сетевым контактам платы в произвольной полярности, предварительно замкнув выводы конденсатора C1. Терморезистор RK1 должен иметь комнатную температуру, а движок подстроечного резистора R3 установлен в положение минимального сопротивления. Плавно увеличивая от 10 В напряжение источника питания, необходимо добиться потребляемого тока 40 мА. Реле K1 должно включиться, оба светодиода — светиться.

После этого измеряют напряжение на стабилитроне VD2 и выводе 1 микросхемы DA1, оно должно быть 12±0,5 В и 5±0,25 В соответственно.

Нагревая терморезистор до требуемой стабилизируемой температуры (можно вложить его в согнутую пополам пластиковую трубку и опустить эту трубку в воду с необходимой температурой) и вращая движок подстроечного резистора R3, добиваются выключения реле, что будет заметно по щелчку и погасанию светодиода HL1. Перемещая движок вперёд-назад, устанавливают его в положение, среднее между включением и выключением светодиода.

Далее, сняв перемычку с конденсатора C1 и полностью собрав подогреватель, проверяют его работоспособность при работе от сети.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Бирюков С.** Блоки питания с балластным конденсатором. — Схемотехника, 2004, № 6, с. 28, 29.

2. **Нечаев И.** Необычное применение микросхемы КР142ЕН19А. — Радио, 2003, № 5, с. 53, 54.

Контроллер доступа Mellon-3

В. ЛАЗАРЕВ, г. Вязьма Смоленской обл.

Устройство собрано на печатной плате, изготовленной из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм. Чертёж печатных проводников показан на **рис. 4** и **рис. 5**, а расположение элементов — на **рис. 6**. Все элементы установлены на одной, условно, верхней стороне. Фотография собранной платы приведена на **рис. 7**.

Все разъёмы, за исключением LAN-порта (A1), — винтовые клеммники, набраны из двухконтактных секций KLS2-305V-5.00-02P-2S. Разъём LAN-порта — KLS12-TL002-1x1-G/G-1-03 (SK02-111015NL) — уже со встроенными согласующими трансформаторами и светодиодами. Реле K1—K6 — RTE24024. Оксидные конденсаторы C1, C21, C23, C25, C29, C31, C33, C35, C37 — К50-35 или импортные на номинальное напряжение 35 В, C3, C5 — К50-35 или импортные на номинальное напряжение 16 В. Конденсатор C54 — танталовый, типоразмера А. Конденсаторы C2, C24, C26, C27, C30, C32, C36, C38 — для поверхностного монтажа типоразмера 0805, остальные конденсаторы — для поверхностного монтажа типоразмера 0603.

*Продолжение.
Начало см. в "Радио", 2019, № 1*

Все применённые в устройстве резисторы — для поверхностного монтажа. Варисторы RU1—RU22, RU37, RU38 — B72520-V0400-K062 или аналогичные на 40 В в корпусе CN1206, RU23—RU36 — B72520-V140-K62 или аналогичные на 14 В в корпусе CN1206 для поверхностного монтажа. Самовосстанавливающиеся предохранители F2—F7 — MF-MSMF030, для поверхностного монтажа типоразмера 1206, рассчитаны на максимальный ток 300 мА, F1 — выводной MF-R135 с максимальным током 1,3 А. Дроссели L1, L2, L4, L6, L8 — SDR0805-220ML, L5, L7 — SDR0805-221KL, L3 — SDR1006-330KL, L9, L11 — BLM21PG331SN1D, L10 — BLM21PG331SN1D. Светодиоды HL2—HL13 — двухцветные красно-зелёного свечения KPB-3025SURKCGKC, HL1 — BL-LS0603UGC. Диодные сборки VD9, VD11, VD13, VD15, VD17, VD19, VD21, VD23, VD25, VD27, VD29, VD59 — BAS70-04.215 в корпусе SOT-23, VD10, VD12, VD14, VD16, VD18, VD20, VD22, VD24, VD26, VD28, VD58 — BAV99W в корпусе

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

SOT-323. Диоды Шоттки VD3, VD5, VD7 — SK16 в корпусе SMB (DO-214AA). Защитные диоды (супрессоры) VD2, VD6, VD8 — SMAJ33A в корпусе SMB (DO-214AA), VD4 — PESD5V0S1BA в корпусе SMA (DO-214AC), VD56, VD57 — SMAJ10A в корпусе SMA (DO-214AC). Диод VD1 — любой выпрямительный с допустимым прямым током 2 А в корпусе DO-214AA/SMB, например GS2J, диоды VD30, VD60 — любые выпрямительные с допустимым прямым током 0,5 А в корпусе SMA (DO-214AC), например HS1J. Стабилитроны VD42—VD46, VD51—VD55 — BZV55C5V6 в корпусе

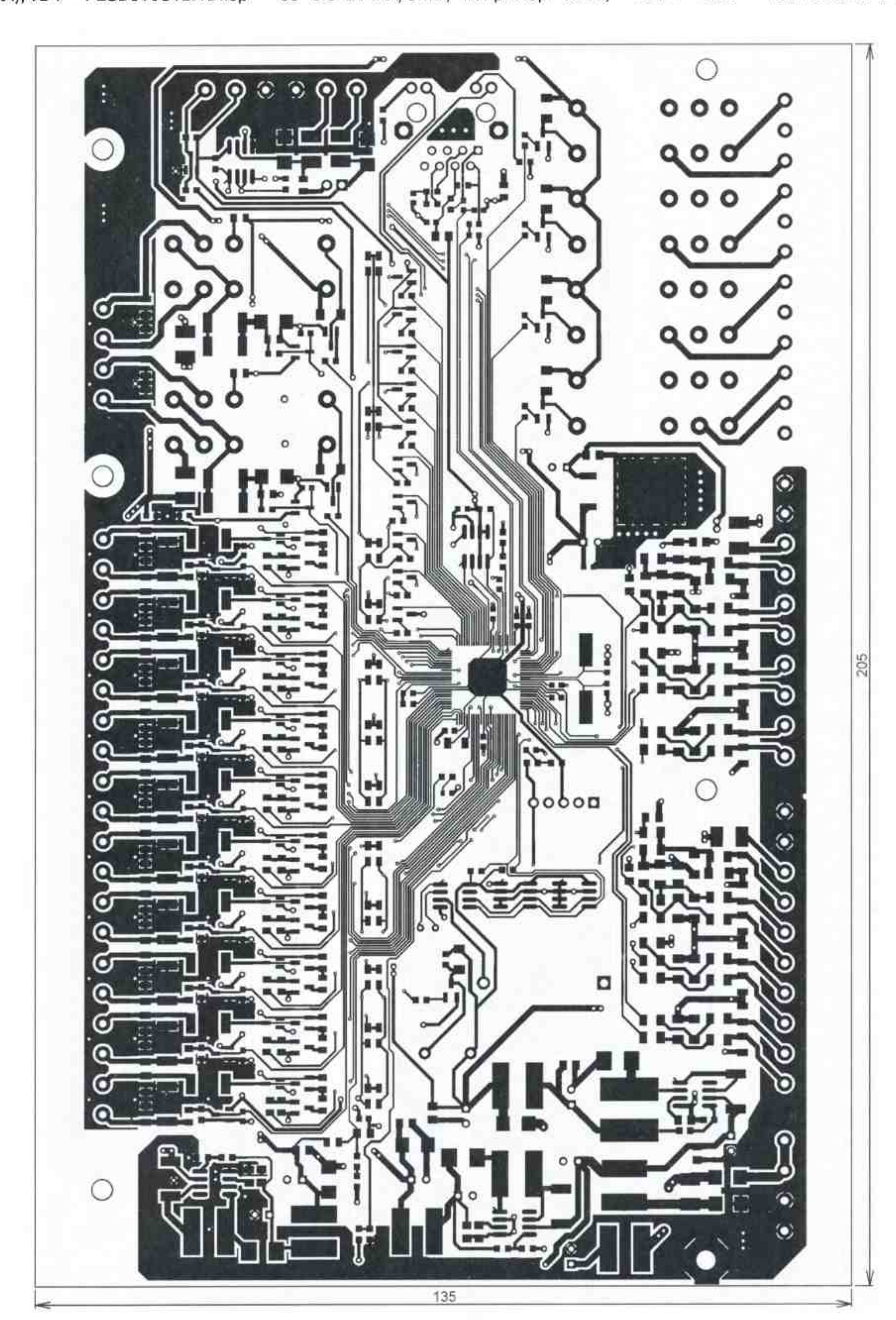


Рис. 4

SOD-80. Все остальные диоды — LL4148 в корпусе SOD-80. Все транзисторы, применённые в устройстве, в корпусе SOT-23. Литиевый элемент G1 номинальным напряжением 3 В — CR2032, установлен в держатель KLS5-CR2032-01.

Поскольку Mellon-3 — по сути, многофункциональное устройство, можно использовать только те его возможности, которые необходимы. Например, если нужен только контроль доступа, можно не монтировать на плату все элементы, относящиеся к охранно-пожарной сигнализации, и наоборот и т. д.

Для удобства монтажа рекомендую сначала установить на плату все малогабаритные элементы для поверхностного монтажа, а затем уже крупногаба-

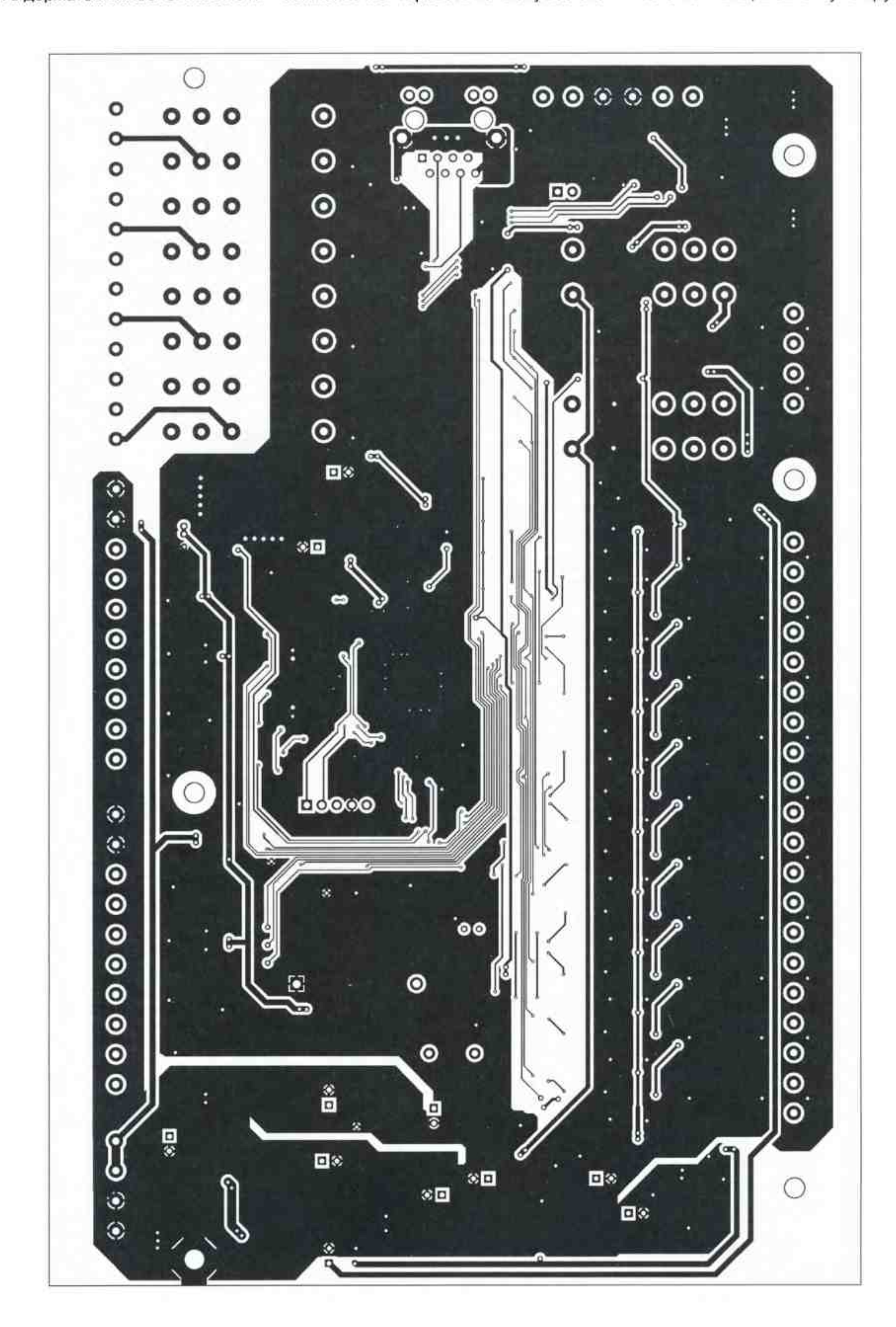


Рис. 5

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

ритные и выводные. Микроконтроллер устанавливают на плату последним. Перед установкой микроконтроллера необходимо проверить правильность всего монтажа и обязательно убедиться в работоспособности всех источников питания, особенно +3,3 В. После сборки необходимо в микроконтроллер загрузить программу. Для этого можно использовать программатор PicKit-3, ICD-3 или аналогичный. Обратите внимание, что программатор PicKit-2 не поддерживает микроконтроллеры PIC18F97J60. После успешной загрузки программы и подачи питания на плату светодиод HL1 должен начать постоянно мигать с частотой около 2 Гц.

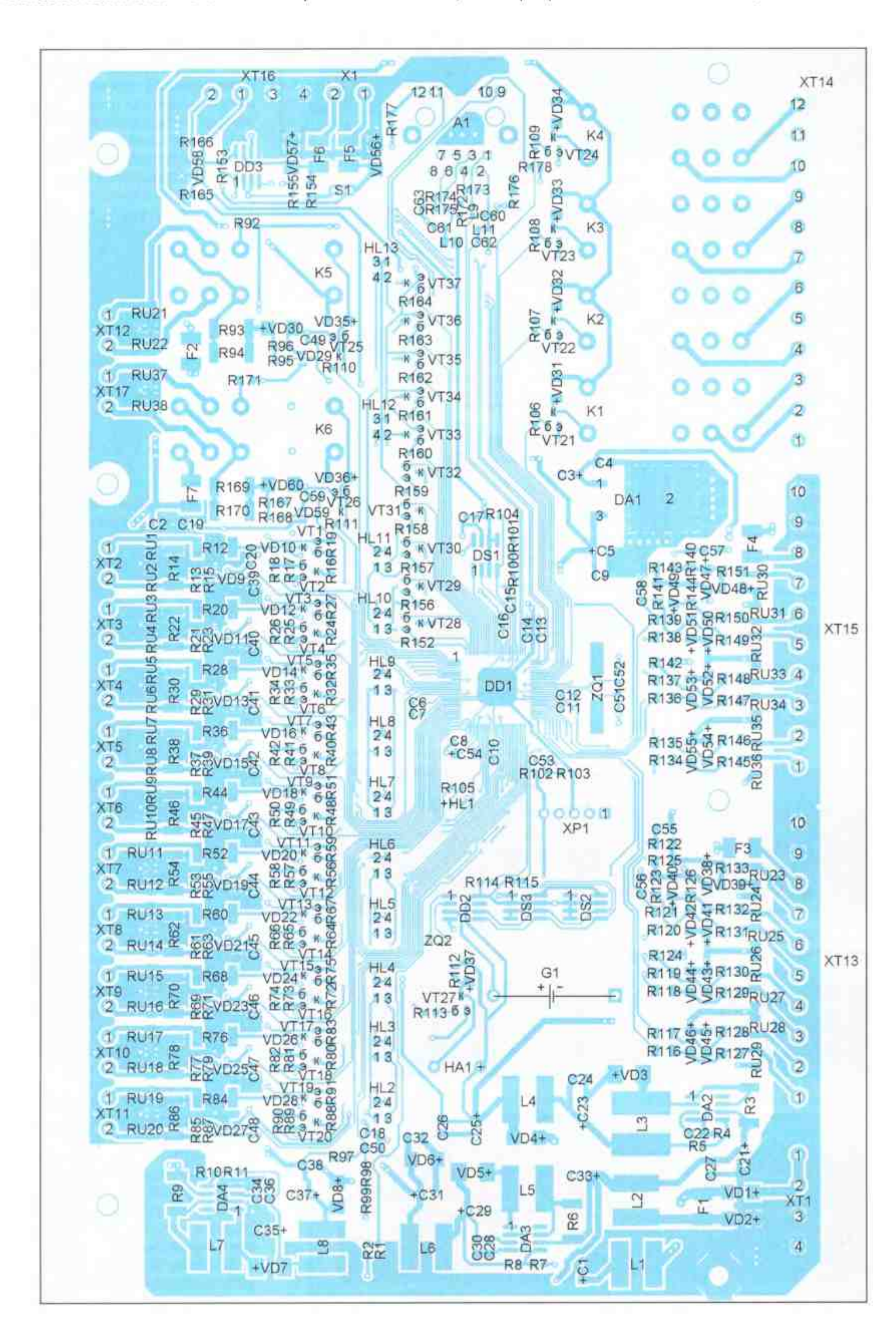


Рис. 6

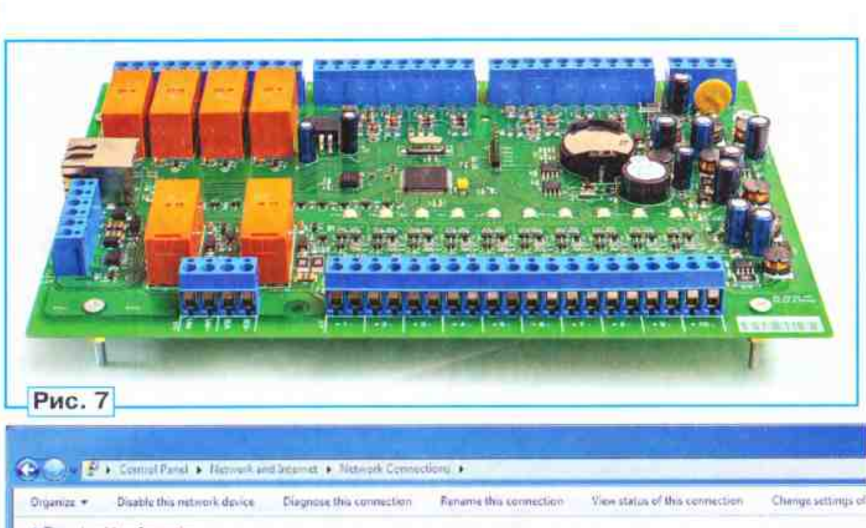


Рис. 7

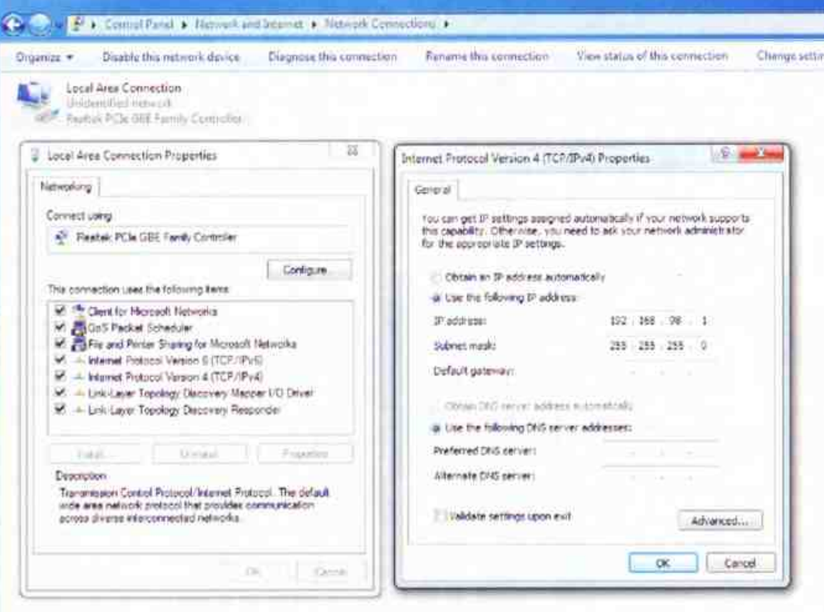


Рис. 8

C:\Users\LaV-PrT\Desktop\Mellon-3_Client.exe

```
Enter IP address:
_
```

Рис. 9

C:\Users\LaV-PrT\Desktop\Mellon-3_Client.exe

```
Enter IP address:
192.168.98.105
Connection to server estabilished successfully!
```

Рис. 10

C:\Users\LaV-PrT\Desktop\Mellon-3_Client.exe

```
Enter IP address:
192.168.98.105
Connection to server estabilished successfully!
03.01
23,1
(Security sensor in process initialization...)
22,1
(Security sensor enabled.)
_
```

Рис. 11

Теперь плату можно подключить к сетевому гнезду (LAN-порт) компьютера или ноутбука. В сетевой архитектуре Mellon-3 является сервером, а его верхнее программное обеспечение — клиентом. По умолчанию сетевая конфигурация Mellon-3 следующая — IP-адрес: 192.168.98.105, MAC-адрес: 00.04.A3.00.00.0C, маска подсети: 255.255.255.000. Компьютер должен находиться в той же подсети. В случае необходимости нужно изменить параметры сетевого адаптера компьютера, например, как на **рис. 8**. Проверить наличие соединения можно, например, воспользовавшись стандартной командой ping командной строки Windows. Далее запускают на компьютере клиентское программное обеспечение (далее — клиент), **рис. 9**. Следует ввести IP-адрес платы и нажать Enter, при успешном соединении с платой появится соответствующее сообщение, **рис. 10**. Теперь Mellon-3 готов к настройке и работе.

Начнём, например, с проверки шлейфов охранно-пожарной сигнализации. В качестве имитаторов датчиков удобно использовать обычные выводные резисторы МЛТ-0,25. Подключают к контактам разъёма XT2 резистор сопротивлением 4,7 кОм. Отправляют с клиента команду-запрос "03.01", где 03 — команда на постановку шлейфа на охрану, 01 — номер шлейфа. От прибора придут ответ "23,1" и его текстовая расшифровка "Security sensor in process initialization...". На выводе порта RE1 (выв. 3) микроконтроллера появится высокий уровень, ключ на транзисторах VT1 и VT2 откроется, и на контактах разъёма XT2 появится напряжение 27 В. Светодиод HL11 включится в режиме прерывистого свечения (с частотой около 2 Гц) зелёным цветом. Через 40 с — время, необходимое для инициализации (прогрева и установления параметров) некоторых типов датчиков, в частности "Фотон-10", АЦП микроконтроллера через вывод порта RF6 (выв. 19) считает падение напряжения на резисторе R15. Если значение окажется в пределах нормы, шлейф возьмётся на охрану: HL11 начнёт постоянно светить зелёным, реле, управляющее лампой (K5), переключится в нижнее по схеме положение, и на клеммы "LAM+" и "LAM–" будет подано напряжение питания. Оповещатель перейдёт в дежурный режим, а клиент получит сообщение "22,1" и его расшифровку "Security sensor enabled.", **рис. 11**. АЦП микроконтроллера будет периодически, примерно десять раз в секунду, опрашивать состояние взятого на охрану шлейфа. На фотографии **рис. 12** показан пример подключения имитирующих датчики резисторов и работы светодиодной индикации.

Теперь сымитируем срабатывание охранного шлейфа, для этого отключим один из выводов имитирующего датчик резистора. Mellon-3 перейдёт в режим тревоги: светодиод HL11 начнёт прерывисто светиться красным, звуковой сигнализатор со встроенным генератором HA1 станет издавать прерывистый сигнал. Лампа, подключённая к разъёму XT12, также начнёт мигать,

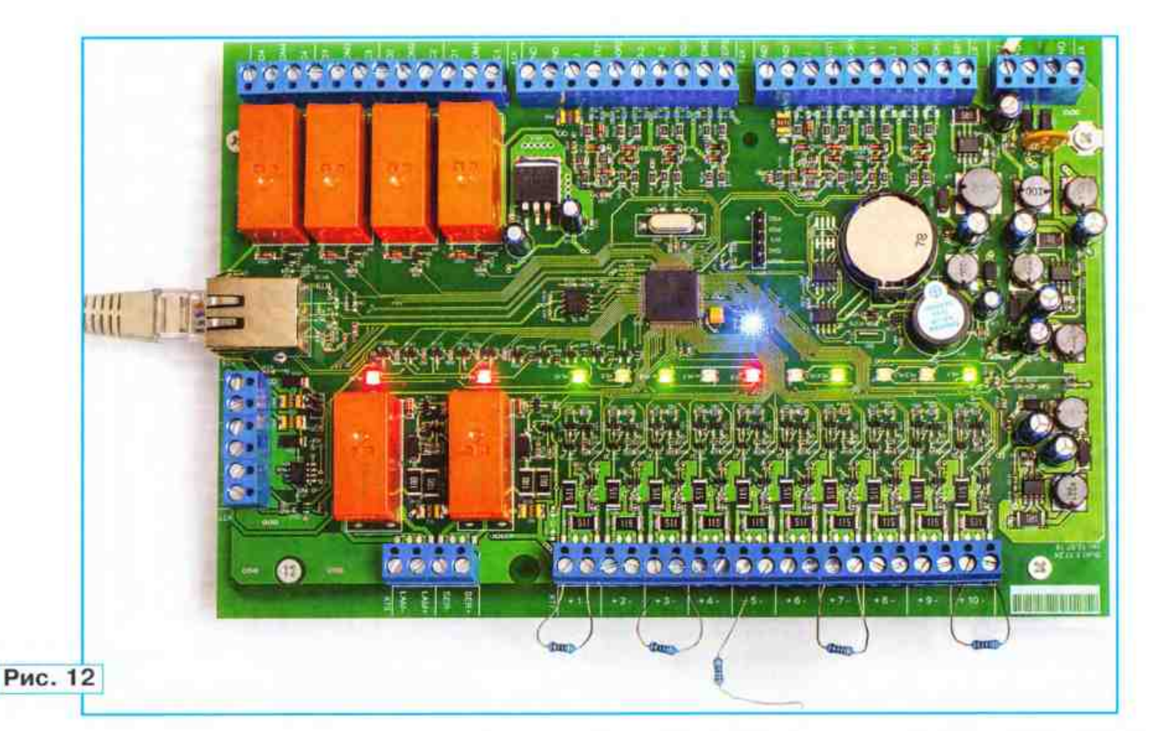


Рис. 12

```
C:\Users\LaV-PrT\Desktop\Mellon-3_Client.exe
Enter IP address:
192.168.98.105
Connection to server estabilished successfully!
03.01
23.1
(Security sensor in process initialization...)
22.1
(Security sensor enabled.)
17.1
(Security: alarm triggered!)
68.1
(Lamp Flashing.)
_
```

Рис. 13

```
C:\Users\LaV-PrT\Desktop\Mellon-3_Client.exe
Enter IP address:
192.168.98.105
Connection to server estabilished successfully!
03.01
23.1
(Security sensor in process initialization...)
22.1
(Security sensor enabled.)
17.1
(Security: alarm triggered!)
68.1
(Lamp Flashing.)
04.01
24.1
(Security sensor disabled.)
69.1
(Lamp does not flash.)
_
```

Рис. 14

реле К6 переключится и включит сирену, клиент получит сообщения: "17,1", "Security: alarm triggered!", "68,1", "Lamp Flashing.", **рис. 13**. Теперь отключим тревогу, для этого снимем сработавший шлейф с охраны. Отправляем команду "04.01", в ответ получим сообщение от устройства, что шлейф снят с охраны и лампа не мигает, **рис. 14**. Если сработавший шлейф не снять с охраны, микроконтроллер продолжит периодически опрашивать этот шлейф, информируя об изменении его состояния, а лампа и сирена автоматически отключатся через три минуты.

(Окончание следует)

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ

ЛАВРИНЕНКОВ И. Автоматический светильник для комнатных растений. — Радио, 2014, № 1, с. 52.

Печатная плата.

Чертёж печатной платы светильника и расположение элементов, кроме фототранзистора и светодиодов, приведены на **рис. 1**. Плата рассчитана на установку элементов для монтажа в отверстия. Подстроечный резистор — СП3-38Б или подобный. Для иных, монтируемых перпендикулярно плате, имеется дополнительная площадка с отверстием.

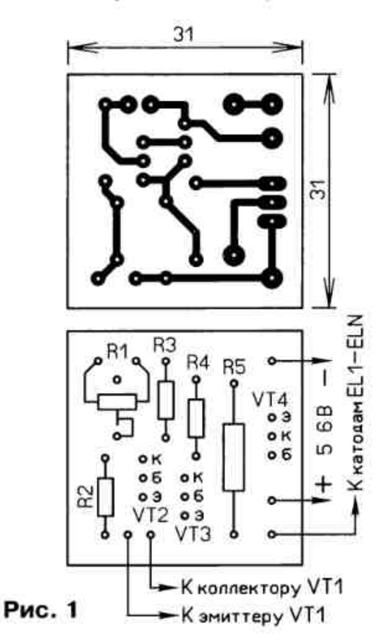


Рис. 1

От редакции. Чертежи печатной платы в форматах Sprint LayOut 5.0 и TIFF имеются по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2019/02/svet.zip** на нашем FTP-сервере.

ШИШКИН С. Два счётчика импульсов, управляемых с одного пульта. — Радио, 2018, № 7, с. 42, 43.

Нумерация проводов.

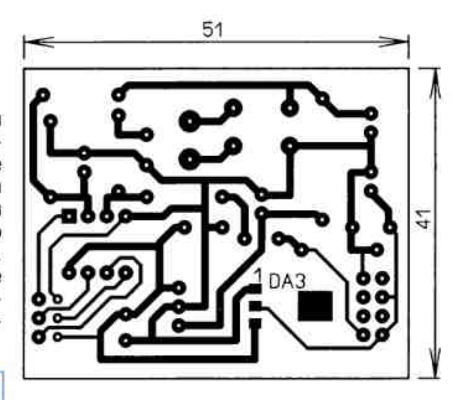
Для упрощения чтения схемы соединений здесь на **рис. 2** приведена нумерация проводов, идущих в жгуте от нормально разомкнутых контактов реле К1.1—К3.2 к разъёму XS2, не показанная на рис. 2 в статье.

ПАХОМОВ А. Регистрация энергопотребления в ThingSpeak. — Радио, 2018, № 9, с. 36—38.

Печатная плата регистратора.

Чертёж печатной платы регистратора и расположение элементов, кроме оптического датчика и трансформатора, приведены на **рис. 3.** Плата рассчитана на установку элементов для монтажа в отверстия, кроме стабилизатора DA3 AMS1117-3,3 в корпусе SOT-223. Его монтируют со стороны печатных проводников. Для подачи напряжения ~9 В установлено гнездо XS1 типа DS-313 или аналогичное. Конденсаторы С4, С5 — керамические КМ-6 или К10-17Б импортные, остальные — оксидные К50-35 или импортные.

От редакции. Чертежи печатной платы в форматах Sprint LayOut 5.0 и TIFF имеются по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2019/02/reg.zip** на нашем FTP-сервере.



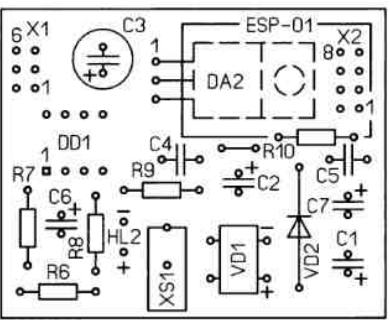


Рис. 3

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ

ОСИПОВ Н. Установка "Искра-2" для проверки приборов системы зажигания ВАЗ. — Радио, 2018, № 11, с. 43—46.

В схеме на рис. 3 статьи сопротивление резистора R2 должно быть 68 Ом.

В схеме счётчика сбоев (рис. 4 в статье) вывод 5 (вход D) триггера DD2.1 должен быть соединён с подвижным (левым по схеме) контактом переключателя SA1, а вывод 4 (вход R) — с общим проводом. Для наглядности это подключение выводов 4 и 5 триггера показано на ***рис. 4*** *— фрагменте схемы счётчика сбоев.*

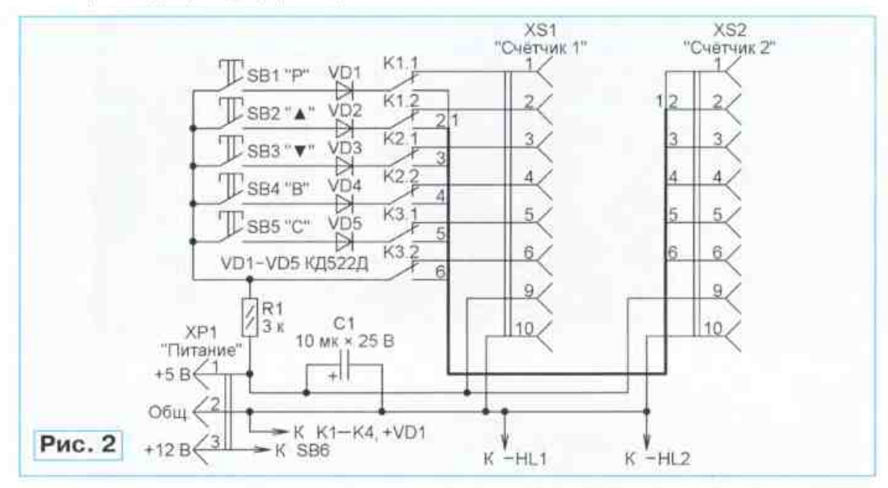


Рис. 2

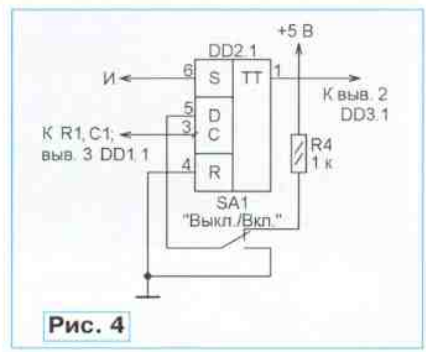


Рис. 4

История спортивной радиопеленгации в Крыму

Леонид ПУЗАНКОВ (R7KA), г. Симферополь, Крым

Продолжая цикл статей об истории развития радиолюбительского движения в Крыму и отдавая дань памяти и уважения активистам и энтузиастам этого движения, следует остановиться на таком направлении радиоспорта, как спортивная радиопеленгация (СРП).

В радиолюбительской литературе временем появления этого вида радиосоревнований обычно считают послевоенные годы. Между тем, как сказано в заметке "Радио-охота", опубликованной в журнале "Радиолюбитель", 1929 г., № 5, с. 162, "охота на лис", или, как теперь её называют, СРП, появилась во второй половине 20-х годов прошлого столетия. Оказалось, что она начиналась как водный вид спорта в радиокружках некоторых европейских стран и называлась "радиоохотой".

Как отмечалось в этой заметке, "нетрудно догадаться, что чисто спортивный интерес, привлекающий к работе участников "охоты", служит лишь средством для достижения совершенно определённой и отнюдь немаловажной цели — приобретение навыков, могущих найти широкое применение в военном деле, в деле радиоразведки".

Как вид радиоспорта, "охота на лис" родилась в Голландии в 1947 г. В Советском Союзе также появились энтузиасты развития этого вида радиоспорта, в 50-х годах в Крыму стало развиваться это направление. Среди наиболее активных крымчан в этом виде спорта выделялся симферополец гвардии капитан в запасе ветеран Великой Отечественной войны Михаил Васильевич Мызников (UB5SI) (29.10.1918—17.04.1986).

Первые соревнования по "охоте на лис" в Украине были проведены летом 1957 г. под Киевом, в районе с. Бортнычи, в которых приняли участие спортсмены из Киева, Львова, Харькова, Сталино (ныне г. Донецк), Симферополя и Николаева. От Крыма выступали спортсмены Мызников М. В. и Владислав Петрович Шевченко (UB5SN). Михаил Мызников для поиска "лис" на двухметровом диапазоне использовал пятиэлементную антенну волновой канал и шестиламповый суперсверхрегенератор, укреплённый непосредственно на антенне (**фото 1**). Первое место в соревнованиях занял спортсмен из Сталино Юрий Межевич, которому понадобилось всего 43 мин для обнаружения двух "лис". Всего 4 мин проиграл ему одноклубник С. Костенко. Третье место было также за представителем из Сталино А. Косенко. Наш Михаил Мызников, хотя и обнаружил две "лисы", в число призёров не попал.

Фото 1

Первый чемпионат СССР по "охоте на лис" был проведён в июне 1958 г. под Москвой, в районе нынешней станции метро "Планерная". Чемпионом страны стал киевлянин Владимир Грекулов, который единственным из всех участников выполнил норматив мастера радиолюбительского спорта. Второе место занял харьковчанин Борис Геселев. В том же году в Крыму были проведены вторые республиканские соревнования по "охоте на лис" на первенство Украины.

Первые международные соревнования по "охоте на лис" были проведены в июне 1960 г. в Лейпциге (Германская Демократическая Республика). Победу одержали москвич Александр Акимов (UA3AG) и ашхабадец В. Фролов. На первом чемпионате Европы в августе 1961 г. на острове Лидинго (Швеция) чемпионом Европы стал Александр Акимов.

Многие из радиолюбителей Крыма стали активно заниматься "охотой на лис". Кроме М. Мызникова и В. Шевченко, этим видом спорта увлеклись Анатолий Рыженко, (RB5AGV), Эдуард Пачин (RB5AHM), Виктор Гресь (UB5JJ), Валерий Разумов (UT5LA) и др. Они стали изготавливать аппаратуру, конструировать разнообразные антенны и принимать участие во многих соревнованиях.

Известно, что в СССР в период с 1962-го по 1973 г. проводилось боль-

шое количество соревнований по "охоте на лис" различного масштаба, в которых принимали активное участие крымские спортсмены, занимая в них достойные места.

Наивысших достижений в этом виде радиосоревнований достиг Анатолий Васильевич Рыженко (RB5AGV, позднее UB5AGV, UB5SV). Уже в 1959 г. он был включён в состав сборной Крыма, которая на третьих республиканских соревнованиях по "охоте на лис" в мае 1959 г. заняла третье место. В следующем году в Киеве на четвёртых республиканских соревнованиях он занял первое место в личном зачёте в диапазоне 3,5 МГц и второе место — в многоборье.

На финальных соревнованиях в республиканской спартакиаде по техническим видам спорта по "охоте на лис" в 1961 г. А. Рыженко, имея второй личный результат, выполнил норматив мастера спорта СССР. За команду от Крыма на этих соревнованиях выступали также Виктор Гресь и Любовь Неделько. По итогам этих соревнований команда крымчан завоевала первое место.



Фото 2

На состоявшемся в Киеве с 13-го по 17 июля 1962 г. чемпионате Украины по "охоте на лис" Анатолий Рыженко на диапазонах 2 и 80 метров занял два первых места, завоевав звание абсолютного чемпиона Украины в этом виде спорта (**фото 2**). Он был включён в состав сборной команды Украины для участия в третьем чемпионате Европы по "охоте на лис". По результатам этих соревнований в 1963 г. он был награждён дипломом Федерации радиоспорта СССР "за высокие спортивные результаты, показанные на диапазоне 3,5 МГц".

По программе III Всесоюзной спартакиады по техническим видам спорта ДОСААФ СССР в г. Горьком (ныне Нижний Новгород) в августе 1965 г. состоялись Всесоюзные финальные соревнования по "охоте на лис". Все участники получили памятные дипломы, но в число призёров крымчане не попали.

В 1970 г. А. В. Рыженко стал тренером женской сборной команды Крыма по "охоте на лис". На республиканских соревнованиях в 1972 г. в г. Тернополе и в 1973 г. в г. Кировограде подопечные тренера А. Рыженко Валентина Александровна Жупанова и Тамара Евгеньевна Диденко завоевали звание чемпионок Украины.

Несмотря на финансовые трудности и снижение активности желающих заниматься этим увлекательным видом радиоспорта, в Крыму продолжали проводить соревнования по СРП и после 1992 г. В соревнованиях на первенство Крыма принимали участие спортсмены ряда городов и районов республики: Симферополь и Симферопольский район, Севастополь, с. Верхнесадовое, Ялта, Белогорск, Нижнегорск, с. Петровка Красногвардейского района и др. Ежегодно в Крыму проводилось 5—7 стартов по СРП. Это чемпионаты Крыма, открытые первенства г. Симферополя, соревнования для новичков, и различные тематические соревнования по этому увлекательному виду радиоспорта ("Крымская осень", "Новогодние старты" и др.).



Фото 3



Фото 4

Более 40 лет назад с помощью тренера из Севастополя Валерия Владимировича Разумова (UT5LA, позднее RT5JB, UU9JB) впервые вышел на трассы поиска "лис" Николай Викторович Бирюков и уже в 1982 г. стал чемпионом Крыма (**фото 3**). Благодаря своей настойчивости в овладении спортивным мастерством Николай в 1991 г. получил звание "Мастер спорта СССР". Учась в Севастопольском приборостроительном институте, он начал активно заниматься радиоконструированием. В этом направлении он достиг больших успехов. В настоящее время он продолжает заниматься СРП, ориентированием на местности и созданием различной аппаратуры (приёмники, передатчики, в том числе малогабаритные автоматические, антенны) для "охоты на лис". Н. В. Бирюков является также тренером большого числа спортсменов. Его воспитанница Екатерина Ромашкевич (**фото 4**) на соревнованиях по СРП в Болгарии в 2009, 2012 и 2014 гг. занимала третьи места, в Хорватии на чемпионате мира — 1-е место в составе команды женщин Российской Федерации. Она является мастером спорта международного класса.

Много лет подряд существовала секция СРП при Малой академии наук Крыма "Искатель". Работу с детьми в этом виде спорта долгие годы вела неутомимая Ольга Витальевна Бирюкова. Многие её питомцы достигали высоких результатов. Так, на чемпионате Европы по СРП летом 2007 г. её воспитанница Наталья Прохненко заняла третье место в диапазоне 144 МГц. Команда девушек Украины, в составе которой была и Н. Прохненко, завоевала общее второе место. Глубокой осенью того же года в Молдавии состоялся чемпионат Европы по радиоориентированию (относительно новая разновидность "охоты на лис"). Команда юношей Украины заняла первое место. Чемпионом Европы в этом виде спорта стал Николай Бирюков (сын Бирюковых).

После окончания института в 1993 г. Екатерина Ромашкевич переехала жить в Симферополь, где продолжила заниматься СРП. В составе команды от Крыма много раз ездила по всей Украине, побывала почти во всех областных центрах. Главным тренером Екатерины стал Н. В. Бирюков, благодаря которому соревнования по спортивному радиоориентированию в Крыму продолжали активно развиваться. Со временем Екатерина Ромашкевич подключилась и к тренерской работе, занимаясь с молодыми спортсменами, в которых вместе с Н. В. Бирюковым они желали видеть будущих чемпионов. Задача оказалась выполнимой.



Фото 5

2018 г. года двое юных спортсменов (Андрей Воротников и Любовь Лебедева) вошли в состав сборной России, а Тимур Ведмецкий, Кристина Пивоварова, Алёна Науменко и Кирилл Воротников стали призёрами Кубка и первенства России и кандидатами в сборную России.

На чемпионат мира по СРП в Южной Корее в 2018 г. из Крыма смогла поехать Любовь Лебедева, где с большим отрывом от соперниц победила в двух дисциплинах (финиширует на **фото 5**). Всего она привезла из Кореи три золотые медали (за победу на диапазоне 3,5 МГц, в дисциплине "спринт" и в команде юниорок в соревнованиях на диапазоне 3,5 МГц). Основным тренером Любы является Н. В. Бирюков, который тренирует её с десятилетнего возраста. Сейчас Л. Лебедева — студентка первого курса Физико-технического института Крымского Федерального университета им. В. И. Вернадского, где заместителем директора института является радиолюбитель Дмитрий Пузанков (RC7KD). Любовь Лебедева — лауреат премии президента России по поддержке талантливой молодёжи 2015 г.

За последние годы в СРП три крымских спортсмена выполнили нормативы мастера спорта России, два спортсмена


Фото 6

С 2014 г. Е. Ромашкевич (UB6KAP) совместно с Н. В. Бирюковым участвовали в организации в Крыму двух первенств России (в г. Бахчисарае в 2017 г. и в г. Севастополе в 2018 г.) и Всероссийских соревнований в 2015 г. В этом важном деле им всегда помогали все, с кем они занимались этим видом спорта ещё в юношестве: Сергей Гончарук, Татьяна Помазан, Алексей Кунгурцев, О. В. Бирюкова и др.

Отмечено, что в последние годы поездки наших спортсменов на соревнования за пределы Крыма, в том числе и в дальнее зарубежье, стали финансироваться со стороны госучреждений: Управления молодёжи, спорта и туризма г. Симферополя, Министерства спорта и Регионального отделения ДОСААФ Республики Крым. Так, в 2018 г. крымские спортсмены, лица, сопровождающие детей, а также тренеры смогли съездить на все отборочные старты в России. По результатам стали кандидатами в мастера спорта, а два имеют первый спортивный разряд.

Число детей, желающих заниматься в Крыму СРП, с каждым годом неуклонно растёт (**фото 6**), в чём большая заслуга наших тренеров, стремящихся привить детям любовь к труду, к природе и воспитать командный дух. Следует отметить, что все крымские спортсмены соревнуются и тренируются с аппаратурой нашего талантливого конструктора Н. В. Бирюкова.

Юбилейные и "круглые" даты в истории нашего хобби (2019 г.)

Георгий ЧЛИЯНЦ (UY5XE), г. Львов, Украина

Эта статья подготовлена по материалам книги Георгия Члиянца (UY5XE) и Бориса Степанова (RU3AX) "Листая старые "CallBook" и не только... (1925—1941)" (Львов: СПОЛОМ, 2008).

105 лет назад

1914 г.:

— В начале марта на ст. Жмеринка Юго-Западных казённых железных дорог был арестован служащий киевского железнодорожного телеграфа Сергей Степанович Жидковский, построивший у себя дома любительскую радиостанцию беспроволочного телеграфа и подозреваемый в перехвате радиограмм местной военной станции "искрового" телеграфа. В феврале 1915 г. на выездной сессии Одесской судебной палаты при закрытых дверях было заслушано дело по обвинению С. Жидковского в устройстве без разрешения с целью шпионажа радиотелеграфной станции в г. Жмеринка. На суде с предельной ясностью выяснилась вся несостоятельность предъявленных С. Жидковскому обвинений в шпионаже. Суд превратился в комедию, а судьи — в жонглёров, неумело орудующих терминами "внешней опасности" и "шпионажа". Как ни хотелось представителям "правосудия" расправиться знакомым способом с пионером радиолюбительского движения, они не могли не считаться с общественным мнением либеральных кругов. Обвинение свелось только к нарушению С. Жидковским права на разрешение установки радиостанции (в чём обвиняемый признавал себя виновным и до суда), а по обвинению в шпионаже был оправдан. Решением суда С. Жидковский был приговорён к заключению на месяц в тюрьме с зачётом предварительного заключения (более двух месяцев).

95 лет назад

1924 г.:

— В январе на страницах журнала "Хочу всё знать" развернулась широкая агитация за развитие массового радиолюбительства.

— В мае по почину Верхне-Волжского округа связи и при деятельном участии сотрудников Нижегородской радиолаборатории профессоров Б. А. Остроумова, Г. А. Остроумова и В. К. Лебединского, а также радиолюбителей В. М. Петрова и Ф. А. Лбова было организовано "Нижегородское общество радиолюбителей" (к концу года в нём уже было 250 членов). 26 июня Административным Отделом Нижгубисполкома был зарегистрирован (под регистрационным номером 11664) "Устав Нижегородского Общества Радиолюбителей (Н.О.Р.)".

— В мае в одном из французских радиожурналов появилось сообщение об изобретённом радиолюбителем О. Лосевым детекторе-усилителе ("кристадин" — своеобразный прообраз полупроводниковых приборов).

— 28 июля Совет Народных комиссаров (СНК) СССР принял "Закон о свободе эфира" (Постановление "О частных приёмных радиостанциях" было опубликовано в газете "Известия" от 9 сентября и в сентябрьском номере журнала "Радиолюбитель" на с. 20), который разрешал гражданам СССР пользоваться индивидуальными радиоприёмниками. В нём, в частности, говорилось: "В целях более широкого использования населением радиосвязи для хозяйственных, научных и культурных потребностей, содействия развитию радиопромышленности и насаждения радиотехнических знаний в стране ... предоставить организациям и частным лицам ... право устройства и эксплуатации приёмных радиостанций". Были установлены и временные таксы абонементной платы за пользование приёмными радиостанциями.

— 1 августа при культотделе МГСПС было организовано Бюро содействия радиолюбительству.

— 7 августа в Москве было создано Общество радиолюбителей РСФСР.

— 15 августа вышел первый номер двухнедельного журнала "Радиолюбитель" (сначала орган Бюро содействия радиолюбительству и Общества радиолюбителей РСФСР, позже — уже как союзное издание). Он содержал 16 страниц и вышел тиражом 12000 экземпляров. В нём была опубликована первая радиолюбительская конструкция — детекторный приёмник Н. И. Оганова. Спрос на журнал был так велик, что пришлось выпустить второе издание первого номера двадцатитысячным тиражом.

Примечание. Под таким названием журнал издавался до 1930 г., затем (до начала войны) — "Радиофронт" (вначале орган ЦС ОСОАВИАХИМ и Всесоюзного Радиокомитета при СНК СССР, позже — только Всесоюзного комитета по радиофикации и радиовещанию при СНК СССР), а с 1946 г. и по настоящее время — "Радио".

— В Тифлисе (при Закавказском совете профсоюзов) было создано общество радиолюбителей "Закрадио". Аналогичные общества начали создаваться в Орле, Казани, Киеве, Самаре и других городах.

— В Киеве начала выходить газета-однодневка областного Совета общества друзей радио (ОДР) — "Радио для всех".

90 лет назад

1929 г.:

— В начале года создаётся Кременчугская секция коротких волн (СКВ). Одним из самых активных был радиолюбитель с позывным eu5DR, фамилию которого, к сожалению, установить не удалось.

— Зимой тульские коротковолновики в течение восьми дней обеспечивают радиосвязь между Тулой и Щёкинским районом области во время ликвидации последствий гололёда (обрыв телефонно-телеграфных проводов). Было передано радиограмм объёмом около семи тысяч слов. В районе работал передатчик мощностью 1 Вт.

— В мае, по просьбе АН СССР, Центральная СКВ направила в специальную экспедицию, в пустыню Каракумы, членов Ленинградской СКВ Евгения Андреева (eu3GS) и В. Табульского (eu3AK). Работали позывные Xau2RS и Xau2ZA.

— Летом с борта парохода, следовавшего по маршруту Саратов—Нижний Новгород—Саратов, работала телеграфом и телефоном радиостанция Xeu32SD (оператор eu4AA), передатчик которой был изготовлен саратовскими коротковолновиками по заказу одной из стрелковых дивизий.

— 16 июня в Самаре была проведена первая Средне-Волжская коротковолновая конференция ОДР, делегатом которой был Анатолий Абрамов (позже — UA9SU).

— В июле члены Ленинградской СКВ обеспечивают радиосвязь во время наводнения в городе на Неве.

— Летом вышли в плавание вокруг Европы (Ленинград—Чёрное море) ледокол "Красин" (радист Иван Экштейн — eu3AG), в Карское море — пароходы "Курск" (радист Кирилл Васильев — eu3BZ) и "Красный Профинтерн" (радист Анатолий Кершаков — eu3BO). На каждом судне были установлены КВ-передатчики мощностью 100 Вт.

— Летом Михаил Скородников (eu3AU) работал в горных условиях Закавказья позывным Xeu3AU.

— В середине сентября при Симферопольском ОДР была создана СКВ г. Феодосия (ФСКВ).

— При ОДР была создана Центральная радиолаборатория, которую возглавил Александр Соломонович Беркман (впоследствии декан и заведующий кафедрами в ряде московских вузов, почётный член НТО им. А. С. Попова).

— На базе Техникума индустриализации сельского хозяйства была создана Мелитопольская СКВ (Запорожская область).

— В октябре началось кругосветное путешествие парохода "Микоян" (продолжалось два года), радистом которого был Вадим Востряков (eu2AC). Поддерживалась регулярная связь с Николаем Байкузовым (euBD) и с Владимиром Кругловым (eu2BV).

85 лет назад

1934 г.:

— Начинается строительство Диксонского радиоцентра. В группу участников строительства входят ленинградцы: начальник радиоцентра Василий Ходов (U3CF; ранее — eu3CF; за Североземельскую экспедицию в 1932 г. был награждён орденом Трудового Красного Знамени; после войны в Подмосковье — UW3CF), главный инженер (разработчик аппаратуры) Владимир Доброжанский (U1AB; ранее — 65RA, eu3AJ; в 1930 г. за разработку аппаратуры для UPOL был награждён орденом Красной Звезды; после войны проживал в Москве; лауреат Сталинской премии), начальник передающего центра Владимир Волков (U1BQ; ранее — eu3DD; в 1944 г. — старший лейтенант, командир Владимира Гончарского (позже — U5WF); после войны — U1FX), начальник приёмного центра москвич Владимир Круглов (U3AD; ранее — 93RA, eu2BV; после войны — UA3AZ; "Почётный радист" — 07.05.1947 г.); радиотехники ленинградец Борис Харитонович (U1AK; ранее — eu3ED/RK-1351; после войны погиб в авиакатастрофе в Заполярье) и воронежец Николай Златоверховников (U3QB; ранее — eu2RN).

— В августе по ходатайству Центрального бюро Центральной СКВ индивидуальной любительской радиостанции Эрнста Кренкеля был присвоен позывной RAEM, который ему достался в наследство от радиостанции затёртого во льдах парохода "Челюскин", радистом которого он был в 1933—1934 гг.

Примечание. В 1938 г. после окончания экспедиции первой дрейфующей станции "Северный полюс", в которой он принимал участие и радиолюбительский позывной которой был UPOL, Э. Т. Кренкель был удостоен звания Героя Советского Союза; скончался в 1971 г. в возрасте 68 лет.

— Старшим радистом ледореза "Ф. Литке", совершившего поход по Северному морскому пути из Владивостока в Мурманск, был Олег Куксин (в 1937 г. на о. Рудольфа — UX1CP), за участие в котором он был удостоен ордена Трудового Красного Знамени.

Примечание. В 1949 г. Олегу Архиповичу Куксину, как бортрадисту, было присвоено звание Героя Социалистического Труда.

— В двенадцатитысячный поход отправился Краснознамённый ледокол "Красин". Его радистами были ленинградцы Юдихин (старший радист, участник всех походов ледокола, включая экспедицию "Красина" в 1928 г. по спасению команды дирижабля "Италия"), Войтович (U3FU) и Любке. Позывной радиостанции ледокола был RADJ.

80 лет назад

1939 г.:

— 1 апреля 1939 г. закончилась гражданская война в Испании (вспыхнула 17 июля 1936 г.). В составе интербригад было свыше двух тысяч добровольцев из СССР (в основном это были лётчики, танкисты и так называемые советники — военные специалисты). Естественно, что среди них были и радиолюбители-коротковолновики.

Приводим их краткий список, который удалось воссоздать.

Москвич Дмитрий Григорьевич Липманов (eu2AM; ранее — RK-83, 20RA; с 1927 г. — заместитель гененерального секретаря ОДР и член редколлегии журнала "Радио Всем"; с весны 1928 г. — председатель Центральной СКВ; в 1927—1928 гг. — призёр первых соревнований коротковолновиков; 17 марта 1928 г. — радист полёта воздушного шара — XeuCSKW), который по возвращению домой из Испании был награждён орденом Ленина. Орденами Красной Звезды были награждены коротковолновики-москвичи: Леонид Николаевич Долгов (U3BR; ранее — eu2LT; во время войны возглавлял спецгруппу радистов-разведчиков на Балканах), Сергей Павлович Павлов (U3AB; ранее — RK-351/80RB; eu2DB, со второй половины 30-х годов — сотрудник разведорганов; после войны — полковник ГРУ; в 70-х годах — UA3AB), Дмитрий А. Порицкий (U3AV; ранее — eu2MZ; SK — 1940 г.), А. П. Перфильев (U3BD; ранее — eu2PM), Олег Георгиевич Туторский (U3BI; ранее — eu2MC; в 70-х — 80-х гг. — UA3IB), Георгий П. Ситников (U3AI; ранее — RK-1452, eu2NF, единственный из советских коротковолновиков, кому удалось в конце июля 1931 г. провести QSO с DENNE — позывной радиостанции арктического полёта дирижабля "Граф Цеппелин", одним из радистов которого был Эрнст Кренкель; с 01.01.1937 г. входил в состав Совета СКВ при ЦС ОСОАВИАХИМ; дипломант первого Всесоюзного конкурса радиолюбителей-радистов — 1940 г.; в 1943—1944 гг. был начальником радиосвязи спецгруппы Красной Армии на Балканах, Лауреат Сталинской премии — 1945 г.; "Почётный радист" — 1946 г.), Лев Лазаревич Хургес (eu2LU; ранее — RK-2793; в конце 1937 г. был арестован и осуждён, а после освобождения в 1948 г. проживал в г. Грозный; в 1956 г. был реабилитирован; автор незаконченной книги-воспоминаний "Москва — Испания — Колыма: Из жизни радиста и зэка"; SK — 1988 г.), харьковчанин Владимир Фёдорович Ширяев (U5BB; ранее — eu5GO; "Мастер дальней связи"; с середины 30-х годов в Москве — начальник UK3CU; после войны "Почётный радист" — 1947 г., жил в Харькове — генерал-майор), молодой Игорь Берлянд из Умани (URS-981) (оператор "передвижки" Киевской и Уманьской СКВ — UX5KA).

Примечание. В октябре 1936 г. на территории Испании начали формироваться Интернациональные бригады. За весь период таковых было сформировано семь (их официальные номера: 11-я, 12-я, 13-я, 14-я, 15-я, 129-я и 150-я). Первая бригада была сформирована в конце октября 1936 г., а последняя — в конце 1937 г. Общее число интербригадовцев достигало свыше 35 тысяч человек из 54-х стран мира.

Четырёхдиапазонный вертикал из кабеля

Николай МЯСНИКОВ (UA3DJG), г. Раменское Московской обл.

Много достоинств у антенны "Вертикал верхнего питания", некогда предложенной уважаемым **В. Поляковым** (RA3AAE) и описанной в журнале "Радио" за 2004 год (№ 5, с. 65, 66; № 6, с. 68, 69):

1 Высоко расположенная над землёй точка питания обеспечивает низкие углы излучения и малые потери.

2. Не нужны многочисленные (как для многодиапазонного GP) "радиалы", противовесы и пр. По этой же причине площадь, занимаемая антенной, мала.

3. Сама антенна получается простой и дешёвой, так как изготавливается практически из того же кабеля, которым и питается.

Однако способ изготовления и настройки трапов, описанный в статье, оказался на практике не очень удобным, так как требовал одновременного изменения по меньшей мере трёх физических величин при настройке: диаметра катушки, числа витков и плотности их намотки. У меня это не получилось, и я решил отделить "мух от котлет" и изготовить трапы классически — на отдельных каркасах, и настраивать их на антенне, укорачивая бокорезами отрезки кабеля, которые выполняют функцию конденсаторов трапа. Были изготовлены два рабочих варианта антенны. В первом варианте трапы были изготовлены отдельно от антенны. Витки кабеля РК 75-4-11 крепились на каркасах (отрезках сантехнических ПВХ-труб диаметром 110 мм) винтами М4 и нейлоновыми кабельными стяжками. Настраивались эти трапы конденсаторами, изготовленными в виде отрезков такого же кабеля отдельно, с помощью ГИРа (или любого анализатора антенн с петлёй связи). На фото **рис. 1** показан трап диапазона 28 МГц, изготовленный таким способом. Этот вариант требовал разрезания кабеля на куски и к тому же показался мне более трудоёмким. Второй

вариант был выполнен из целого отрезка кабеля РК 75-4-11 длиной 14 м. Так как длины межтраповых отрезков кабеля (полотен антенны) мне были уже известны (благодаря первому варианту), то было решено настраивать трапы на готовой антенне, используя для настройки лишь один прибор — КСВ-метр. Такая настройка получается в разы легче, чем настройка трапов по отдельности, где нужно учитывать влияние окружающих предметов, связь трапа с устройством измерения, влияющую на резонансную частоту и т. д.



Рис. 1

Вертикал второго варианта мне удалось изготовить и настроить за два дня, не торопясь и отвлекаясь на домашние дела. Чертёж антенны показан на **рис. 2**. Номиналы конденсаторов трапов С1—С4, указанные на рисунке, — это лишь примерные значения ёмкостей отрезков кабеля, выполняющих функцию этих конденсаторов. Для того чтобы резонансные частоты трапов оказались в пределах требуемых диапазонов, к этим ёмкостям нужно прибавить по 4...6 пФ. Такое значение имеют собственные (межвитковые) ёмкости катушек трапов. Это надо учитывать при закладке антенны в моделировщик, например MMANA.

Опишем сборку антенны пошагово:

1. Берём отрезок кабеля РК 75-4-11 (внешний диаметр 7,1...7,3 мм) длиной 14 м. При выборе другого типа кабеля нужно учесть следующее: а) электрическая длина кабеля должна составлять 0,5λ на диапазоне 7 МГц; б) экранирующая оплётка должна быть густой и не окислившейся (в некоторых "ширпотребовских" экземплярах она редкая, что неизбежно ухудшит качество трапов); в) диэлектрик кабеля не должен быть мягким (пенообразным) — это может привести к смещению центральной жилы к оплётке; г) если выбран кабель другого типа и диаметра, то трапы и длины полотен нужно будет пересчитывать. Можно, наверное, применить и 50-омный кабель, учитывая вышесказанное, но я этого не пробовал...

2. К одному из концов кабеля (условно — верхнему) припаиваем лепестковые клеммы М4: отдельно — к центральному проводнику, отдельно — к оплётке. Закрепляем эти клеммы винтами М4 на пластине размерами 75×15 мм из стеклотекстолита толщиной 1,5 мм (**рис. 3**). Между центральным проводником и оплёткой закрепляем на этих винтах за выводы резистор МЛТ-2 100 кОм (для снятия статического электричества). Затем центральный проводник соединяем с верхним полотном антенны, которое выполнено из телефонного полевого провода П-274 длиной 3 м. Выбор "полёвки" для верхнего элемента антенны объясняется желанием уменьшить нагрузку на верхние колена стеклопластиковой мачты, которые, как известно, наверху очень тонкие.

3. Отступив от точки соединения с "полёвкой" (вниз по кабелю) 2 м, острым ножом, не сильно нажимая, аккуратно делаем надрезы верхней полиэтиленовой оболочки кабеля, стараясь не повредить проволоку экранирующей оплётки. Сначала делаем два круговых надреза вокруг кабеля на расстоянии около 12 мм один от другого, а затем —один продольный надрез (между круговыми).

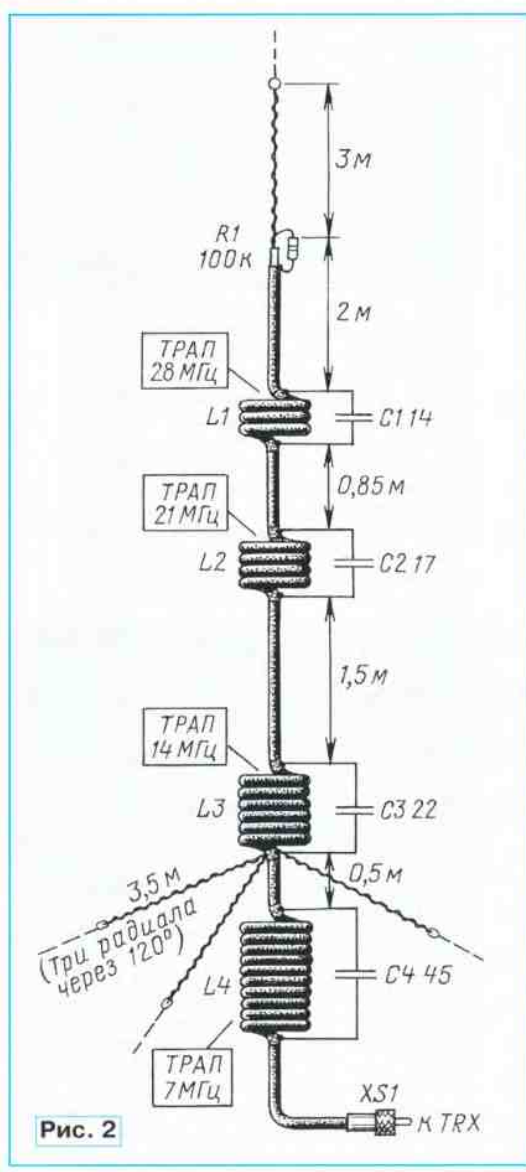


Рис. 2

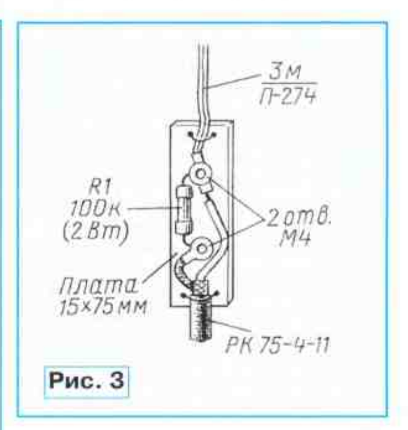


Рис. 3

С помощью пассатижей удаляем оболочку и на это место надеваем небольшой хомут, вырезанный из тонкой лужёной жести (латуни, меди), например, от консервной банки (**рис. 4**). Стягивается хомут винтом и гайкой М4. Таких хомутов потребуется 8 шт.

4. Затем в отрезке ПВХ-сантехтрубы диаметром 110 мм и длиной 75 мм сверлим отверстие диаметром 4 мм так, чтобы витки трапа находились примерно посередине нашего каркаса, а отверстие приходилось на место крепления хомута начала обмотки (не буду приводить здесь чертежей, поскольку данная задача, думаю, под силу большинству). К тому же сам не люблю долгих расчётов, где можно обойтись без них. Просто, предварительно намотав витки, беру маркер и отмечаю места отверстий для крепления хомутов. Для трапа 28 МГц укладываем три витка нашим кабелем и отмечаем место следующих надрезов оплётки. После намотки и закрепления хомутов, просверлив по два отверстия у краёв получившейся катушки (с шагом 90 градусов), дополнительно стягиваем витки с помощью нейлоновых кабельных

стяжек. Таким же методом изготавливаем трапы диапазонов 21, 14 и 7 МГц. Длины каркасов — соответственно 85, 100 и 135 мм. Таким образом, нам потребуется для антенны около 40 см сантехтрубы. Число витков — 4, 6 и 10. Индуктивность катушек трапов: L1 — 1,5 мкГн; L2 — 2,5 мкГн; L3 — 4,9 мкГн; L4 — 11 мкГн.

Расстояния между трапами, указанные на рис. 2, соответствуют расстоянию между крайними хомутами трапов. Нужно также заметить, что при намотке трапов часто мешает эффект "сопротивления на закручивание кабеля". Чтобы его избежать, следует перед началом изготовления антенны смотать кабель в бухту. По мере намотки трапов — раскручивать кабель на необходимую длину. Таким образом, поворачивая бухту в процессе намотки, мы снимаем его сопротивление.


Рис. 4

5. Намотав катушки на трапы, нам нужно изготовить и конденсаторы. Их делаем из отрезков того же кабеля (**рис. 5**). К концам этих

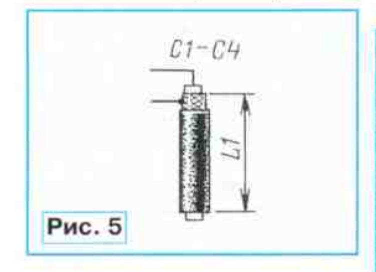


Рис. 5

отрезков также припаиваем лепестковые клеммы М4, чтобы подсоединить их гайками внутри трапов к "хомуточным" винтам. Винты должны выступать внутрь каркаса трапа на 10...15 мм. Конденсатор трапа 7 МГц, для уменьшения его общей длины, выполнен из двух отрезков кабеля, соединённых внутри трапа параллельно. Длины отрезков кабеля конденсаторов на рис. 2, полученные мной после их "подкусывания" и, таким образом, настройки КСВ антенны в нужные участки диапазонов, следующие: C1 — 18 см, C2 — 22 см, C3 — 29 см, C4 — 2×34,5 см. Поэтому первоначально следует заготовить эти отрезки на 5...10 см длиннее, учитывая золотое правило, что отрезать легче, чем наращивать. Эти длины соответствуют длинам по оплёткам, а не общим отрезкам, где и образовывается конденсатор. Также следует заготовить дополнительные отрезки на случай, "если промахнёшься" при настройке и откусишь слишком много. Заменить конденсатор в данной антенне просто — открутить/закрутить две гайки. Также, при подсоединении конденсаторов к трапам, нужно следить, чтобы они были расположены по направлению к низу антенны, а экранирующая оплётка трапа была подсоединена к винту хомута, расположенного рядом с местом его выхода из трапа. После настройки антенны эти конденсаторы закрепляются вдоль соответствующих полотен антенны с помощью тех же нейлоновых стяжек. На фото **рис. 6** показаны изготовленные трапы и их конденсаторы.



Рис. 6

6. Изготавливаем "радиалы" диапазона 7 МГц. На самом деле это не противовесы в классическом смысле, а "усы" ёмкостной нагрузки для настройки столь короткой антенны в полуволновый резонанс на диапазоне 7 МГц. "Радиалы" представляют собой три проводника длиной по 3,5 м каждый и выполнены из "полёвки" П-274. С одной стороны на каждый провод "радиала" напаиваем лепестковую клемму М4, а внизу трапа 14 МГц устанавливаем винт М4, к которому и подсоединяем "радиалы". Этот винт полоской жести шириной 10 мм соединяем с винтом нижнего хомута трапа 14 МГц. "Радиалы" располагаем через 120 градусов вокруг антенны и растягиваем на концах с помощью лески или верёвки. Если антенна устанавливается с помощью стеклопластикового шеста длиной 10 м, то эти "радиалы" могут служить неким подобием нижнего яруса растяжек. В точке соединения "радиалов" с трапом нужно предусмотреть хорошее крепление к мачте. Если диапазон 7 МГц в составе антенны не нужен, то отпадает необходимость в трапе 7 МГц и "радиалах". Антенна будет работать на диапазонах 14, 21 и 28 МГц, а высота её несколько уменьшится. Места, где с кабеля снята оболочка и установлены хомуты, после сборки антенны нужно обязательно залить каким-либо герметиком (клей БФ, лак, краска). Иначе под оболочку кабеля попадёт влага и начнётся процесс окисления оплётки, что окажет негативное воздействие на качество кабеля. Также на краях каркасов трапов нужно дополнительно закрепить кабель с помощью нейлоно-

вых хомутов или проволоки. К нижнему концу кабеля припаиваем разъём XS1 для подключения к КСВ-метру (анализатору антенн).

Настройка антенны достаточно проста. С помощью изолированной мачты (у меня это MFJ-1910) или верёвки, переброшенной через подходящее по высоте крепление (например, ветку дерева), поднимаем только часть антенны так, чтобы трап 28 МГц оказался на высоте 1,5...2 м над землёй и к нему был удобный доступ. Остальная часть антенны может лежать на земле. Подключив разъём XS1 к измерителю, находим резонанс антенны по минимуму КСВ в десятиметровом диапазоне. Так как конденсатор C1 мы взяли с запасом от требуемой ёмкости (отрезок кабеля длиннее, чем требуется), то минимум КСВ должен находиться ниже по частоте — в районе 25...28 МГц. Зафиксировав эту частоту, начинаем укорачивать бокорезами кабель-конденсатор отрезками по 5 мм (погонная ёмкость кабеля РК 75-4-11 — около 1 пФ на 1,5 см). Частота резонанса трапа должна повышаться. Как только мы достигнем требуемого участка диапазона с минимумом КСВ, настройка данного диапазона закончена и можно переходить к следующему этапу, приподняв антенну до высоты, удобной для доступа к следующему трапу и конденсатору. Здесь следует сделать одно замечание. При подходе к нужному участку диапазона последние 5 мм длины конденсатора лучше не откусывать, а срезать на эту длину лишь экранирующую оплётку. Таким образом увеличивается зазор между центральным проводником и оплёткой на конце нашего отрезка. При подведении к антенне большой мощности этот зазор может способствовать увеличению стойкости трапового конденсатора к пробою.

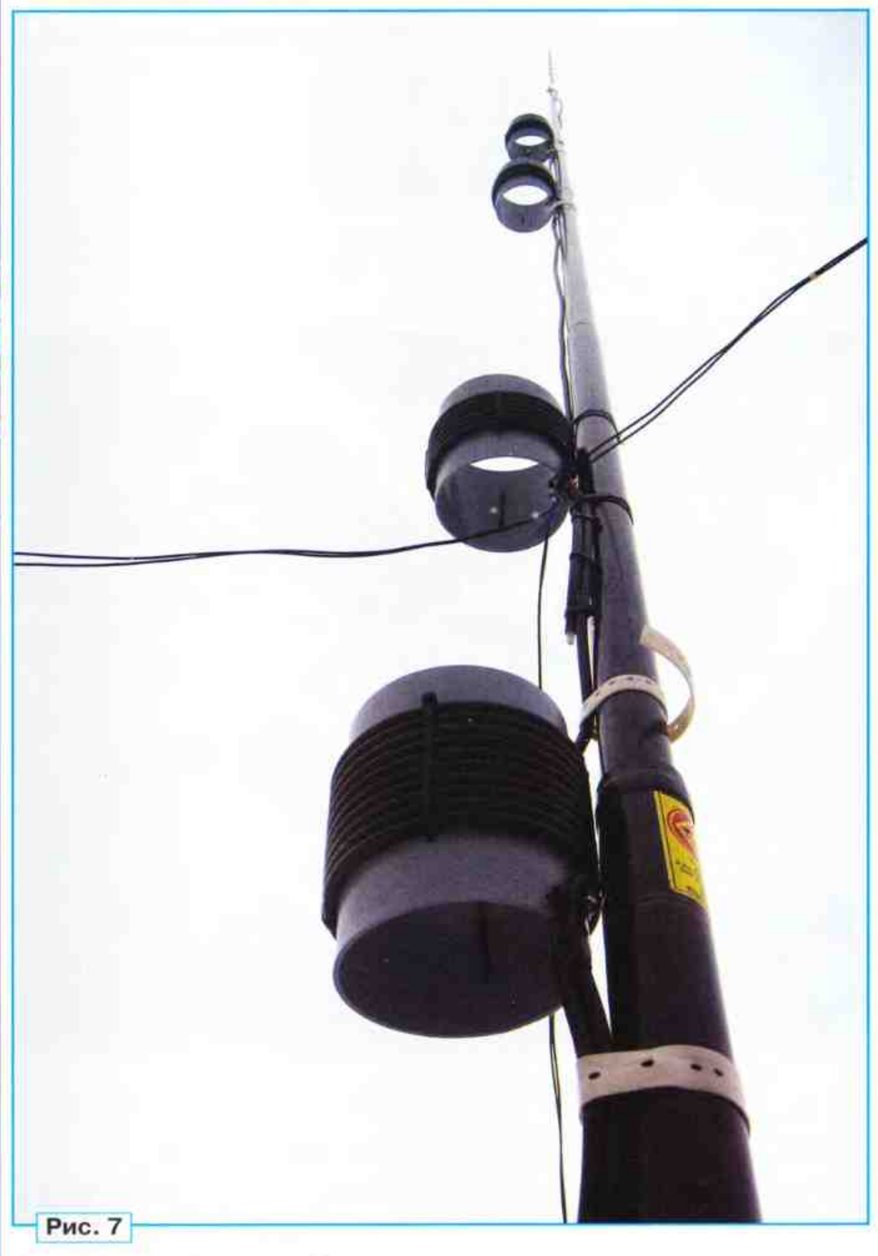


Рис. 7

Антенна, поднятая на мачту высотой 10 м, показала следующие значения КСВ (измерения проводились прибором SARC-110 для 50-омных трактов): 28 МГц — 1,5; 21 МГц — 1,45; 14 МГц —1,5; 7 МГц — 1,7...1,8. Чтобы улучшить КСВ на диапазоне 7 МГц, достаточно включить дополнительно на входе антенны (или включить его в общую длину начального отрезка 14 м) ещё один отрезок кабеля РК 75-4-11 длиной 7 м (1/4λ) или кратный нечётному числу этих длин — 21, 35 м... Дело в том, что на диапазоне 40 метров входное сопротивление антенны повышается до 90...95 Ом из-за неизбежного приближения точки питания к краю антенны. Поэтому включение 1/4λ 75-омного трансформатора на конце приводит к уменьшению входного сопротивления, и КСВ становится равным 1,25 при полосе в 170 кГц по КСВ=2. На других диапазонах этот дополнительный отрезок кабеля влияния практически не оказывает, потому что является для них повторителем, кратным половине длины волны. Следует заметить, что входное сопротивление антенны также зависит как от высоты подвеса, так и от диаметра верхней части длиной 3 м. Но сделать её толще мы не можем из-за ограничений, связанных с прочностью верхних колен мачты. Если же антенна подвешивается или крепится к более прочному шесту, то в качестве материала верхней части можно применить такой же кабель (обязательно соединив вместе его центральный проводник и оплётку!) или даже трубу, закреплённую вверху изолированного шеста высотой 7 м.

Поднятая на высоту 10 м антенна имеет довольно пологие углы излучения в вертикальной плоскости. Если верить моделировщику MMANA, они составляют около 12 град. на 28 МГц; 14 град. — на 21 МГц; 19 град. — на 14 МГц и 25 град. — на 7 МГц. При первом испытании антенны в полевых условиях UC5D, работая в HF Field Day мощностью 60 Вт, за далеко неполное время теста провёл около 500 CW QSO на четырёх диапазонах, что косвенно подтверждает хорошую работу антенны. На фото **рис. 7** показан внешний вид антенны на мачте MFJ-1910.

Если говорить о цене комплектующих этого четырёхдиапазонного вертикала, то она в несколько раз ниже подобных коммерческих. Прикиньте сами, сколько стоят 16 м кабеля, 14 м "полёвки", полметра ПВХ-трубы, ВЧ-разъём, резистор и крепёжная мелочёвка?. Опытным антенностроителям может показаться, что описание этой антенны немного "разжёванно", но это сделано исключительно в целях понятности для начинающих и не совсем опытных. В заключение хотелось бы выразить благодарность Владимиру Полякову (RA3AAE) за статью и идею такой хорошей антенны (и не только её...).

Автовыключатель-таймер в мультиметре

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Проблеме выключателя питания в широко распространённых недорогих мультиметрах серий M-83x, DT-83x и аналогичных с другой торговой маркой посвящено немало статей [1—9]. Её суть заключается в том, что выключатель питания в таких мультиметрах совмещён с переключателем режимов работы. Поэтому при включении или выключении мультиметра приходится пользоваться этим переключателем, что приводит к его быстрому износу. Конечно, можно встроить в корпус мультиметра малогабаритный выключатель питания, но если по окончании измерений забыть выключить питание, батарея через некоторое время разрядится. В такой ситуации наиболее удобным вариантом может оказаться встроенный таймер, который через некоторое время после включения мультиметра отключит его питание. Такими автовыключателями-таймерами часто оснащены более дорогие мультиметры.

К такому выключателю предъявляются несколько требований. Основные — это, во-первых, экономичность, которая означает, что он должен иметь малое собственное потребление тока; во-вторых, выключатель должен иметь малое падение напряжения в открытом состоянии. Кроме того, он должен переключаться скачком, а не плавно, как в некоторых аналогичных устройствах. Нелишним будет звуковой сигнал включения/выключения.

Схема одного из вариантов устройства показана на **рис. 1**. За её основу взята схема из [3]. Устройство собрано на транзисторной сборке, содержащей два КМОП-транзистора с каналами разного типа проводимости. Автовыключатель установлен между цепью питания мультиметра и батареей. Коммутирующий транзистор с каналом p-типа, назовём его первым транзистором, включён в плюсовую цепь. В исходном состоянии оба транзистора закрыты и мультиметр обесточен. При кратковременном нажатии на кнопку SB1 первый транзистор откроется, поскольку его затвор будет соединён с минусовой линией питания. На мультиметр поступит питающее напряжение, которое через конденсатор C1 поступит на затвор второго транзистора, и он откроется. Поэтому при отпускании кнопки SB1 затвор первого транзистора останется соединённым с минусовой линией питания через открытый канал второго транзистора.

В таком состоянии транзисторы будут оставаться до тех пор, пока идёт зарядка конденсатора C1. Когда он зарядится, второй транзистор станет закрываться, что приведёт к закрыванию первого транзистора, и батарея питания будет отключена от мультиметра. После этого конденсатор C1 быстро разрядится через диод VD1 и элементы мультиметра.

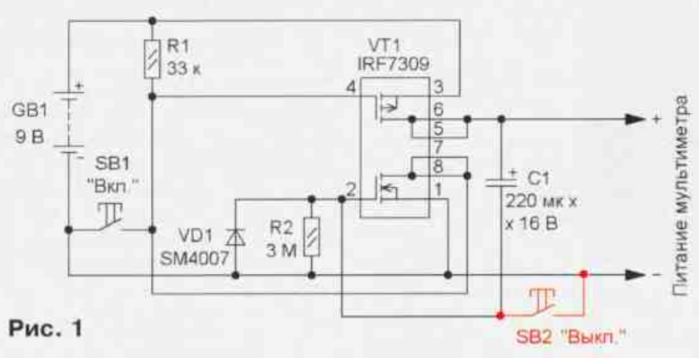


Рис. 1

16

17

Рис. 2

К SB2

R2 VD1 C1

Пит. мульт.

К GB1

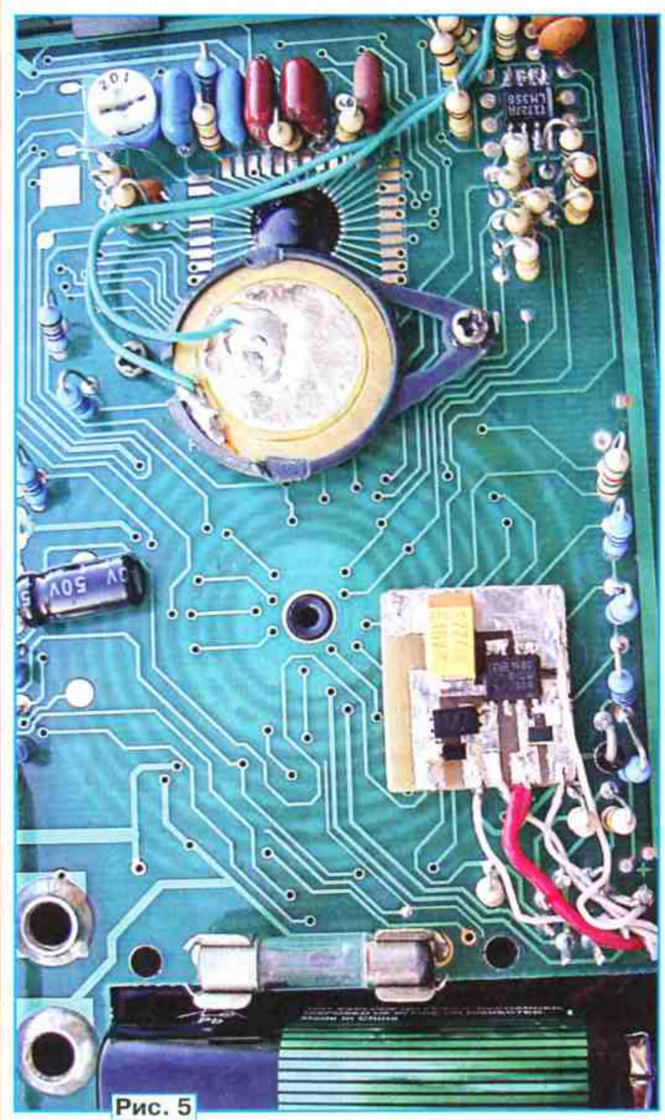
К SB1

R1 VT1

Рис. 3

Рис. 4




Рис. 5

Для следующего запуска таймера надо кратковременно нажать на кнопку SB1, и процесс повторится. Время задержки выключения зависит от ёмкости конденсатора C1 и сопротивления резистора R2. Для указанных на схеме номиналов оно составляет примерно 7 мин и его просто изменить. Чтобы выключить мультиметр в любое время с помощью автовыключателя, в него надо ввести ещё одну кнопку SB2, которая на рис. 1 выделена красным цветом.

Благодаря малому сопротивлению открытого канала первого транзистора во включённом состоянии падение напряжения на автовыключателе не более милливольта. Устройство достаточно экономично и в выключенном состоянии потребляет столь малый ток, который измерить непросто.

Все детали, кроме кнопки, смонтированы на односторонней печатной плате толщиной 1 мм, чертёж которой показан на **рис. 2**. Применены элементы для поверхностного монтажа, резисторы — типоразмера 1206, конденсатор C1 — танталовый типоразмера D. Размещение элементов показано на **рис. 3**. Следует отметить, что при сопротивлении резистора R2 3 МОм и более следует применить именно танталовый конденсатор, поскольку у него ток утечки меньше. Кнопку включения (ПКн159 или импортную) можно разместить в удобном месте мультиметра, например, рядом с гнёздами (**рис. 4**) для подключения измерительных проводов. Кнопку приклеивают к пластмассовому выступу и соединяют тонкими изолированными проводами с платой таймера. Если толкатель кнопки короткий, в отверстие можно установить резиновую кнопку от ненужного ИК ПДУ. Для исключения случайного нажатия на кнопку можно сделать её "утопленной", чтобы толкатель не выступал за пределы корпуса мультиметра. Но тогда для повышения удобства надо применить кнопку с широким толкателем и сделать большое отверстие в корпусе. Плату таймера приклеивают к плате мультиметра (**рис. 5**) и выполняют соединения между ними тонкими изолированными монтажными проводами, например МГТФ-0,07.

Транзисторную сборку можно заменить отдельными транзисторами с соответствующим типом проводимости канала и изолированным затвором. Схема этого варианта устройства показана на **рис. 6**. Работает оно аналогичным образом, только применены транзисторы в корпусе SOT-23. Плата для этого варианта таймера показана на **рис. 7**, а схема размещения элементов — на **рис. 8**.

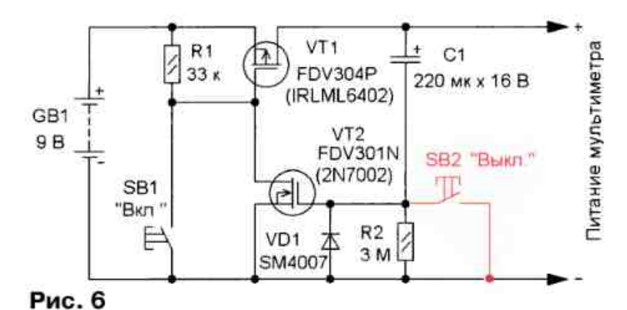


Рис. 6

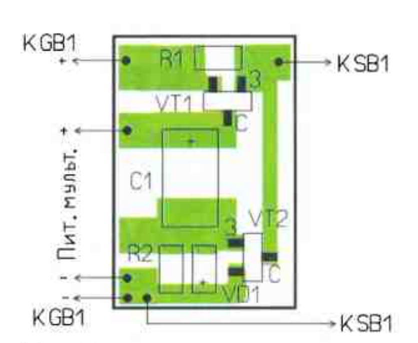


Рис. 8

Рис. 7

Звуковая сигнализация включения/выключения

Если дорабатываемый мультиметр оснащён встроенной системой прозвонки цепей со звуковой сигнализацией, при желании её можно использовать для индикации включения и выключения самого мультиметра. Например, функция прозвонки есть в мультиметрах М-832, М-838 и некоторых других.

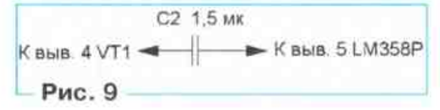


Рис. 9

Схему имеющегося в наличии мультиметра М-838 найти не удалось, поскольку она немного отличается от широко распространённой в Интернете (на плате — маркировка M838-6 051195). В нём звуковой сигнализатор собран на цифровой КМОП-микросхеме TC4011BP (четыре элемента 2И-НЕ), и для его включения надо подать напряжение питания (+9 В) на вывод 8 этой микросхемы. Этой цифровой микросхемой управляет ОУ, входящий в состав микросхемы LM358P. Сигнал управления формируется на выводе 7 этого ОУ. Звуковой сигнал также можно включить, подав напряжение питания на вывод 5 этого ОУ или "землю" на его вывод 6.

Поэтому для реализации режима кратковременного звукового сигнала

включения/выключения этого мультиметра в схему автовыключателя (на рис. 1) надо ввести дополнительный неполярный конденсатор ёмкостью 1...2,2 мкФ (плёночный или керамический) и подключить его в соответствии со схемой на **рис. 9**. Поскольку более "свежие" варианты мультиметра М-838 могут иметь существенные схемные и конструктивные отличия, следует уточнить, какие уровни сигнала и куда их следует подавать для появления звукового сигнала. Дополнительный конденсатор можно установить рядом с платой автовыключателя (**рис. 10**).

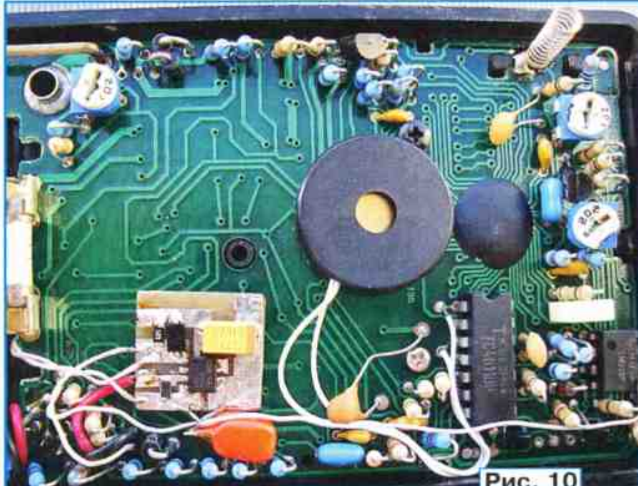




Рис. 10

Рис. 15

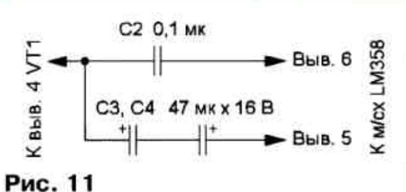


Рис. 11

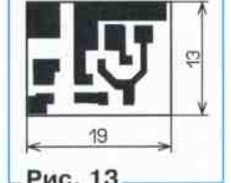


Рис. 13

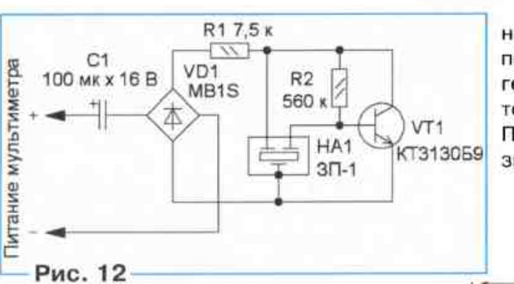


Рис. 12

В имеющемся мультиметре М-832 звуковой сигнализатор собран на микросхеме LM358 в корпусе SOIC-8. Включить сигнал можно, подав напряжение питания на вывод 5 этого ОУ или "землю" на его вывод 6. Чтобы сделать сигнал кратковременным, эти напряжения надо подавать через конденсаторы, как показано на **рис. 11**. Конденсаторы можно приклеить к плате мультиметра.

Если не планируется вводить звуковую сигнализацию включения/выключения, сопротивление резистора R1 на схемах на рис. 1 и рис. 6 можно увеличить до нескольких сот килоом, это повысит экономичность.

Но если в мультиметре нет функции прозвонки со звуковым сигналом, для индикации выключения можно сделать самодельный транзисторный генератор на основе пьезоэлемента, как показано на схеме на **рис. 12**. Работает сигнализатор следующим образом. При включении мультиметра напряжение питания через конденсатор C1 поступает на диодный мост VD1 и в нужной полярности поступает на звуковой генератор, собранный на транзисторе VT1 и пьезоэлементе HA1. Пока конденсатор заряжается, звучит сигнал. При выключении мультиметра конденсатор C1 разряжается через его цепь питания. В результате на генератор снова поступает питающее напряжение и звучит короткий сигнал. Его продолжительность можно изменить подборкой конденсатора C1. Плата сигнализатора односторонняя и изготовлена из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1 мм, её чертёж приведён на **рис. 13**. Схема размещения элементов показана на **рис. 14**. Если на задней крышке мультиметра отсутствуют выступы, плату сигнализатора приклеивают к плате мультиметра с помощью термоклея рядом с таймером (**рис. 15**), предварительно установив под акустический излучатель изолирующую прокладку. При наличии выступов на крышке сигнализатор можно разместить непосредственно на ней.

Рис. 14

В некоторых, более новых вариантах мультиметров размеры печатной платы существенно уменьшены, поэтому свободного места больше. Если ваш мультиметр такой, это позволит в качестве звукового сигнализатора применить акустический излучатель со встроенным генератором, например, HPM14AX или аналогичный. В этом случае элементы генератора (R1, R2, HA1, VT1 на рис. 12 и рис. 14) на плату не устанавливают, а сигнализатор подключают к выходу диодного моста (с соблюдением полярности).

ЛИТЕРАТУРА

1. **Нечаев И., Петров С.** Таймеры отключения питания в цифровом мультиметре. — Радио, 2001, № 9, с. 28.

2. **Кавыев А.** Импульсный БП с акустическим выключателем для мультиметра. — Радио, 2005, № 6, с. 23, 24.

3. **Нечаев И.** Сильноточный малогабаритный электронный выключатель постоянного тока. — Радио, 2005, № 9, с. 58, 59.

4. **Борисов А.** Выключатели питания цифрового мультиметра. — Радио, 2010, № 3, с. 50, 51.

5. **Корешков С., Бутов А.** Выключатели питания цифровых мультиметров. — Радио, 2011, № 8, с. 55, 56.

6. **Нечаев И.** Питание мультиметров серии М-83x от одного аккумулятора. — Радио, 2014, № 4, с. 23, 24.

7. **Герасимов Е.** Источник питания для мультиметра M890G. — Радио, 2016, № 8, с. 26—28.

8. **Салимов Н.** Преобразователь напряжения на микроконтроллере для питания измерительного прибора. — Радио, 2017, № 1, с. 17—19.

9. **Зотов А.** Доработка цифрового мультиметра М-830 (М-838). — URL: **http://www.mastervintik.ru/dorabotka-cifrovogo-multimetra-m-830v/** (26.11.18).

Модернизация квадропода

Д. МАМИЧЕВ, п. Шаталово Смоленской обл.

Ранее в журнале "Радио" была опубликована моя статья "Квадропод на Arduino Uno" [1]. За прошедшее время конструкция претерпела некоторые изменения в аппаратной и программной части, что позволяет произвести существенную кастомизацию (от англ. to customize — настраивать, изменять что-то под нужды конкретного потребителя) при её повторении. Теперь робот имеет два режима функционирования: дистанционное командное управление и режим автономного движения по сигналам ультразвукового дальномера. Взаимодействие с оператором осуществляется с помощью индивидуального приложения для смартфона или планшета, реализованного в среде MIT App Inventor 2. Внешний вид рабочего экрана представлен на **рис. 1**. "Пульт" содержит кнопки управления с голосовым подтверждением-комментарием исполнения при их нажатии.

Верхняя группа кнопок отвечает за режимы движения, нижняя — за свойства шагов квадропода. С помощью кнопок "ШАЖИЩЕ", "НОРМА", "ШАЖОК" изменяют размер шага, а кнопками "БЫСТРО", "НОРМА" и "МЕДЛЕННО" управляют скоростью движения конечностей. Нажатие на кнопку "АВТОНОМ" переводит робота в самостоятельное движение. Его алгоритм следующий — квадропод идёт прямо, при наличии преграды останавливается, делает пару шагов назад, поворачивает влево или вправо случайным образом и идёт прямо до обнаружения следующей преграды. Кнопкой "СВЕТ" включают или выключают светодиодную подсветку поверхности под ногами квадропода.

Схема робота также претерпела некоторые изменения. Кроме ультразвукового дальномера HC-SR04, к плате Arduino Uno подключают bluetooth-модуль HC-05, его вывод RXD соединяют с выводом 1 платы Arduino Uno, а вывод TXD модуля — с выводом 0 платы. На вывод VCC модуля подают напряжение питания +5 В, вывод GND — общий. Для стабильной работы bluetooth-модуль желательно питать плату Arduino Uno, используя её собственный стабилизатор. Для этого нужно соединить её вывод Vin с выключателем SA1, отключив от стабилизатора DA1 вывод 5V Arduino Uno. Кроме этого, в схему введён самодельный модуль светодиодной подсветки (**рис. 2**). Он состоит из четырёх светодиодов EL1—EL4, транзистора VT1 и токоограничивающих резисторов R1—R3. Подача питания на модуль производится через выключатель SA1 непосредственно от батареи аккумуляторов. Сигнальный вывод модуля подключают к выводу 2 платы Arduino Uno.

Конструктивно модуль выполнен в виде светодиодной гирлянды (**рис. 3**), монтаж — проводной. Питание и сигнал управления поступают через три штырьковых разъёма 1. Отрезки провода 2, соединяющие светодиоды, имеют длину 22...25 см. Гирлянду фор-

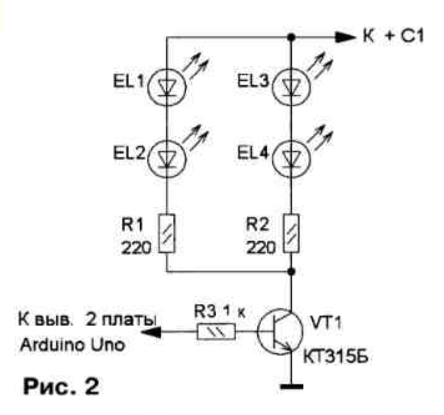


Рис. 2



Рис. 1

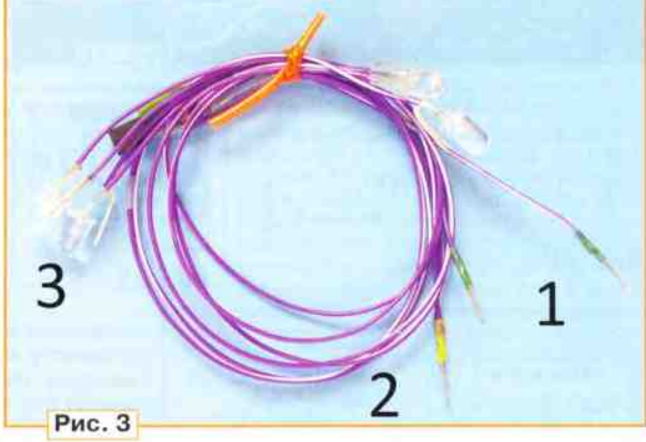


Рис. 3

мируют в виде квадрата, в вершинах которого располагают светодиоды 3. Их выводы формуют как крючки-зацепы. Такой вариант позволяет быстро монтировать и демонтировать подсветку, меняя её цвет на желаемый. Этого можно добиться, изготовив несколько разноцветных гирлянд. Каждый из светодиодов (**рис. 4**) крепят на внутренней стороне "ноги" 1 квадропода в цанговых зажимах 2, которые приклеены к поверхности "секундным клеем". Выводы-крючки 3 светодиодов вставляют в зажимы. Далее аккуратно укладывают соединительные провода вдоль "тела" робота и производят подключение к плате и питанию. Такое расположение элементов подсветки не мешает движению квадропода.



Рис. 4

должаться до получения следующей команды.

Управляющий квадроподом скетч структурно состоит из нескольких функций: **F1();** — шаг вперёд, **F2();** — шаг назад, **F3();** — шаг-разворот влево, **F4();** — шаг-разворот вправо. Функции **CheckSerial();** и **MakeCmd();** предназначены для приёма и обработки данных, поступающих от смартфона. В основной части скетча (void loop()) по условиям проверки значений переменной **K** происходит выбор типа шага робота. Возможность редактировать одновременно приложение и скетч позволяет создать индивидуальную конструкцию робота-квадропода в части управления и его "способностей".

Рис. 5

Как разработать управляющее приложение для смартфона, подробно изложено в [2]. Рассмотрим структуру программы для приложения Android (**рис. 5**). Элемент 1 — это MAC-адрес имеющегося в распоряжении bluetooth-модуля. О том, как его определить, также рассказано в [2]. Адрес содержит шесть пар символов, разделённых двоеточиями. Имеющееся значение надо заменить в коде приложения для собственного варианта конструкции. Элемент 2 — это функция, отсылающая на Arduino Uno код запрашиваемой на исполнение команды. Элемент 3 — функция подключения bluetooth-модуля. Если связь установлена, то цвет надписи на кнопке становится жёлтым. Блоки, подобные 4, отвечают за отсылку команды на Arduino Uno и произнесение фразы, комментирующей нажатие на конкретную кнопку. Блоки, подобные 5, — структурно тождественные блокам 4 элементы, находящиеся в свёрнутом состоянии (для удобства восприятия программы).

Например, при нажатии на кнопку "ПРЯМО" приложение отправит на плату Arduino Uno символ "1", и будет произнесена фраза "иду прямо". Там, в функции **MakeCmd();**, переменная **K** получит значение **1**. И в повторяющемся цикле **loop()** по условию **if (K==1){F1();}** будет выполняться функция **F1();**, заставляющая робота сделать один шаг вперёд. Так будет про-

В подсветке можно применить любой низкочастотный транзистор структуры n-p-n с максимальным током коллектора не менее 20 мА. Светодиоды — любого свечения в прозрачном корпусе диаметром 3...5 мм.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Мамичев Д.** Квадропод на Arduino Uno. — Радио, 2018, № 8, с. 57—60.

2. **Мамичев Д.** Робот "Ардуняша" — художница. — Радио, 2019, № 1, с. 53—55.

***От редакции**. Скетчи для Arduino Uno и демонстрационный ролик, иллюстрирующий работу устройства, находятся по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2019/02/robot3-2.zip** на нашем FTP-сервере.*

Комбинированное питание детского "говорящего" телефона

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

"Мобильный телефонный аппарат", из серии дешёвых электронных игрушек "Мир детства" (**рис. 1**), может воспроизводить четыре звуковых эффекта, а также записывать и воспроизводить практически неограниченное число раз десятисекундное голосовое сообщение. Эта игрушка питается от двух гальванических элементов типоразмеров AA, L6BE, LR6. Зачастую такие электронные игрушки через некоторое время становятся ненужными. Чтобы продлить им жизнь, в дополнение к автономному питанию можно реализовать возможность их питания от внешнего источника напряжения. Тогда такую игрушку можно использовать, например, как голосовой информатор, оставляя актуальное сообщение для членов семьи.

Упрощённая схема устройства показана на **рис. 2**. До доработки из показанных на схеме элементов в игрушке были установлены голосовой модуль A1 с маркировкой WD-9106B-02, модуль звуковых эффектов A2 WD-9106A, батарея питания GB1, резисторы R4, R5, транзисторы VT4, VT5, светодиод HL2 и динамическая головка BA1. Все остальные показанные элементы установлены дополнительно.

Поскольку ребёнок может установить гальванические элементы в батарейный отсек как угодно, а механической защиты от переполюсовки питания в этой игрушке нет, в цепь питания установлен защитный диод Шоттки VD8. Коэффициент передачи тока базы транзисторов VT4, VT5 невелик, поэтому до доработки амплитуда напряжения на динамической головке BA1 была менее 1,5 В. Чтобы увеличить громкость звука, на место резистора R4 (5,1 кОм) установлен другой резистор сопротивлением 2,2 кОм, а на место резистора R5 (4,3 кОм) установлен резистор сопротивлением 1 кОм. Динамическая головка с жёсткой пластиковой мембраной и сопротивлением катушки 8 Ом заменена динамической головкой с мягкой мембраной от мобильного телефонного аппарата, что улучшило звучание игрушки и дополнительно увеличило громкость сигнала. Параллельно динамической головке установлен защитный диод VD9. Светодиод HL2 красного свечения включается только во время записи голосового сообщения.


Рис. 1

Чтобы иметь возможность питать игрушку от внешнего блока питания, дополнительно установлены гнездо питания XS1, резисторы R1—R3, конденсаторы C1—C7, диоды VD1—VD7, транзисторы VT1—VT3. Поскольку ребёнок может вставить в гнездо питания XS1 любой подходящий по размерам штекер от любого блока питания, параметрический стабилизатор напряжения рассчитан на относительно широкий интервал питающих напряжений — 6...24 В постоянного тока или 6...16 В переменного тока. На диодах VD1—VD4 собран мостовой выпрямитель, который делает нечувствительным игрушку к полярности напряжения питания. Конденсатор C1 сглаживает пульсации входного напряжения. На элементах VT1, VT2, R1, R2 собран генератор стабильного тока. Последовательно включённые светодиод HL1 и диоды VD5, VD6 работают как стабилитрон с напряжением 4 В. Ток через них задаёт резистор R2, в данном случае — около 3,7 мА.

На месте транзистора VT3 применён биполярный несоставной мощный n-p-n транзистор с высоким коэффициентом передачи тока базы. Резистор R3 — нагрузка стабилизатора при выключенном телефоне, сверхъяркий белый светодиод HL1 подсвечивает импровизированный дисплей игрушки при её подключении к внешнему БП. Игрушка сохраняет работоспособность при снижении напряжения батареи GB1 до 1,6 В и внешнего напряжения питания на гнезде XS1 до 4,5 В. При внешнем напряжении менее 6,5 В светодиод HL1 будет мигать при воспроизведении игрушкой звуковых эффектов.

Блокировочные керамические конденсаторы C4—C7 припаяны к соответствующим печатным проводникам модуля A1. Остальные дополнительные детали приклеены к пластмассовому корпусу игрушки этиленвинилацетатным термоклеем и клеем "Квинтол". Размещение элементов и узлов в корпусе игрушки показано на **рис. 3**.

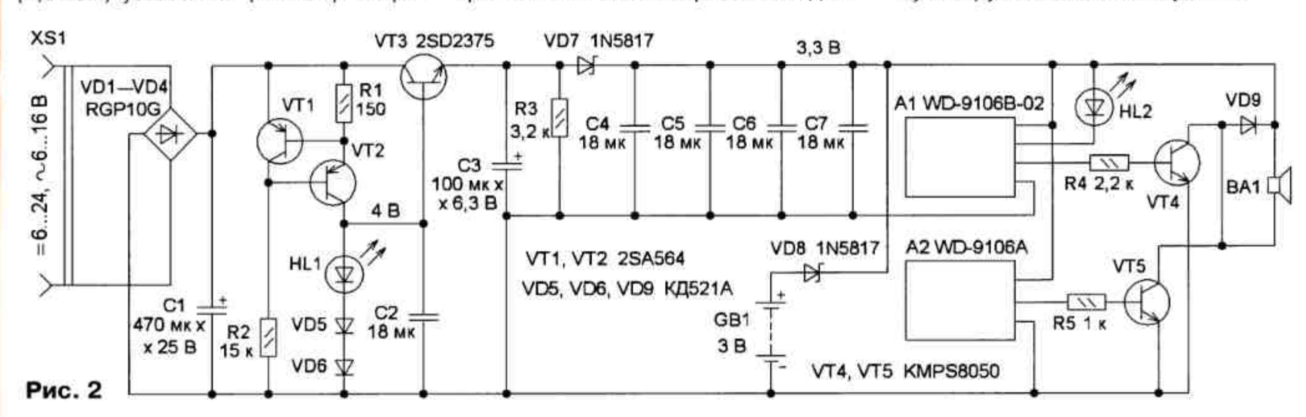


Рис. 2

Транзистор VT3 — 2SD2375 с коэффициентом передачи тока базы около 820. Вместо такого транзистора подойдут транзисторы 2SC3807 или 2SC3808 с коэффициентом передачи тока 800...3200. Если транзисторами 2SC3807 или 2SC3808 заменить транзисторы KMPS8050 (SS8050), то можно обойтись без замены резисторов R4, R5. Транзисторы 2SA564 можно заменить любыми из серий SS9012, 2SA916, 2SB564, 2SB1116, КТ6112, КТ6127.

Диоды RGP10G можно заменить любыми из серий 1N400x, UF400x, 1N4933GP—1N4937GP, КД208, КД243, КД247. Вместо диодов Шоттки 1N5817 подойдут 1N5818, 1N5819, SK12—SK14, SK22—SK24, SS12—SS14, SB120—SB140, MBRS130, MBRS140. Диоды КД521А можно заменить любыми из серий КД510, КД522, 1N4148, 1N457. Светодиод HL1 — для поверхностного монтажа белого свечения с номинальным напряжением около 2,8 В от узла подсветки дисплея мобильного телефонного аппарата. Этот диод установлен под защитным стеклом импровизированного дисплея игрушки. Благодаря его яркому свечению эта игрушка сможет не только развлекать ребёнка, но и "работать" ночником. Конденсаторы С1, С3 — малогабаритные оксидные, остальные — керамические для поверхностного монтажа. Резисторы — любые малогабаритные.

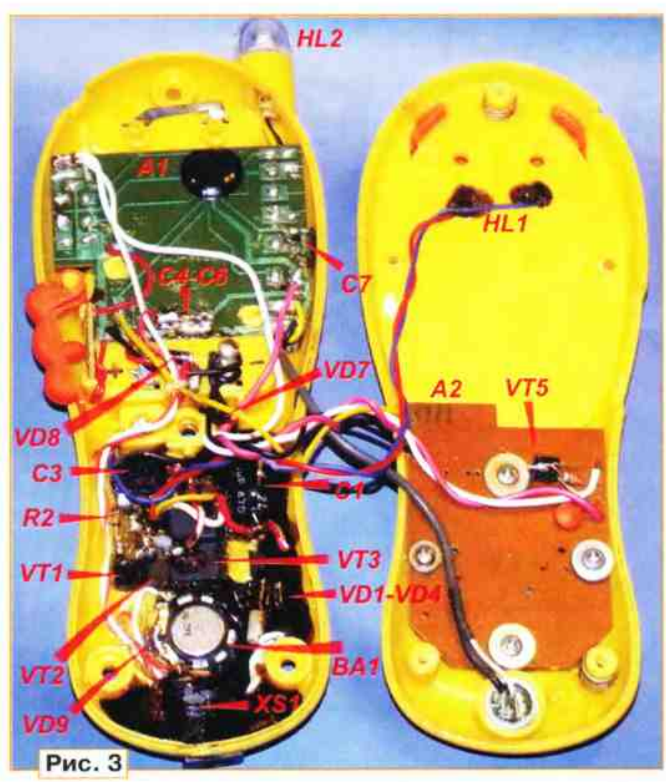


Рис. 3

Максимальный потребляемый игрушкой ток от стабилизатора напряжения — около 150 мА. Если он окажется больше, потребуется установить транзистор VT3 на дополнительный теплоотвод или снизить максимальное входное напряжение питания. Также при большом потребляемом токе может потребоваться установить резистор R2 меньшего сопротивления. При первом включении стабилизатора напряжения его работоспособность проверяют при отключённом диоде VD7. Напряжение на конденсаторе С3 должно быть 3,4...3,9 В во всём интервале входного напряжения питания. Для увеличения механической прочности игрушки с внутренней стороны её корпуса были вклеены дополнительные рёбра жёсткости (на рис. 3 не показаны).

Игровой автомат "Крестики—нолики"

Ю. МАРТЫНЮК, п. Затобольск Костанайской обл., Казахстан
А. АЛИФЕРЕЦ, г. Костанай, Казахстан

Предлагаемый игровой автомат реализует широко известную игру "Крестики—нолики" в однопользовательском и многопользовательском режимах. То есть игра может происходить как между одним игроком и автоматом, так и между двумя игроками. Интерфейс автомата достаточно прост, тем не менее в нём реализован выбор игрока, который делает первый ход, а также выбор одного из трёх уровней сложности.

Схема автомата показана на **рис. 1**, он собран на микроконтроллере ATmega8 (DD1). Игровое поле состоит из девяти двухцветных светодиодов HL1—HL9 и такого же числа кнопок SB1—SB9, которые ими управляют. Кнопки со светодиодами объединены в матрицу 3×3, и каждой кнопке соответствует свой светодиод. Поскольку светодиоды двухцветные, реально получается светодиодная матрица 3×6, причём сканирование кнопок и управление светодиодами происходят с использованием одних и тех же выводов микроконтроллера, что позволяет уменьшить число проводников, соединяющих игровое поле и микроконтроллер до двенадцати. Кнопка SB11 предназначена для выбора игрока, делающего первый ход. Кнопка SB10 выполняет функцию сброса.

Для выполнения хода игрок кратковременно нажимает на кнопку игрового поля, соответствующую требуемой клетке. При этом зелёным цветом загорается светодиод, соответствующий этой клетке. Ходам автомата соответствует красное свечение светодиода. Правила игры соответствуют классическим "Крестикам—ноликам". Необходимо расположить первыми три одинаковых знака (в данном случае цвета) в линию и не дать сделать это сопернику. Нажатие на уже выбранную позицию ни к чему не приведёт. При победе одного из игроков победная комбинация светодиодов начинает мигать и автомат перестаёт реагировать на дальнейшие нажатия на кнопки игрового поля. В случае ничьей светятся все светодиоды игрового поля.

Для перехода в меню уровня сложности следует нажать на кнопку SB5 и, не отпуская её, кратковременно нажать на кнопку SB10. Для выбора уровня сложности необходимо нажать на одну из кнопок SB1, SB4 или SB7. Выбранный уровень при этом отображается соответствующим числом светящихся светодиодов. Всего доступно три уровня сложности. Один светящийся светодиод — низкий уровень, два — средний, три — высокий. Повторное нажатие на кнопку SA5 подтверждает выбор уровня, при этом происходит выход из меню, и начинается игра. Выбранный уровень сложности сохраняется в энергонезависимой памяти контроллера.

Для перехода в многопользовательский режим необходимо нажать на любую из кнопок игрового поля (кроме SB5) и, не отпуская её, кратковременно нажать на кнопку SB10. После этого два игрока могут выполнять ходы по очереди. При этом от положения, в котором находится кнопка SB11, зависит цвет свечения светодиода, соответствующий первому и второму игрокам.

Игровой автомат собран на печатной плате из односторонне фольгированного

R1–R6 130

R7–R9 8,2 к

HL1–HL9 FYL-3015EGW

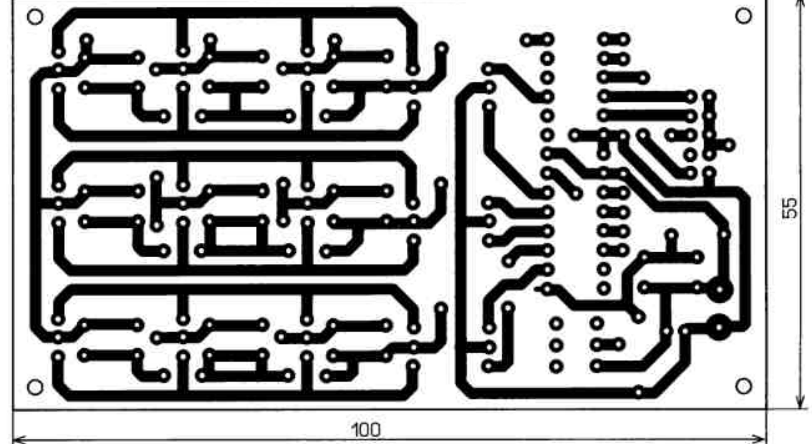
Рис. 1

стеклотекстолита, чертёж которой показан на **рис. 2**. В нём применены резисторы МЛТ, С2-23, оксидный конденсатор С1 — К50-35 или импортный, С2 — К10-17, К73. Кнопки SB1—SB10 — KLS7-TS6601, SB11 — PB-22E27 (с фиксацией и возвратом в исходное положение повторным нажатием). Светодиоды — любые двухцветные трёхвыводные с общим катодом и диаметром корпуса (желательно матовым) 5 мм. Длинные перемычки на плате должны быть выполнены монтажным проводом в изоляции, короткие — отрезками лужёного провода.

Разъём ХР1 (IDC-10) предназначен для внутрисхемного программирования и удобства отладки управляющей программы микроконтроллера, поэтому на плату его (и две перемычки, идущие к нему) можно не устанавливать, но тогда придётся запрограммировать микроконтроллер с помощью отдельного программатора. Внешний вид смонтированной платы показан на **рис. 3**.

Управляющая программа микроконтроллера была разработана в среде WinAVR. При программировании контроллера следует установить следующее значение битов конфигурации:

RSTDISBL — 1
WDTON — 1
SPIEN — 0
CKOPT — 1
EESAVE — 1
BOOTSZ1 — 0
BOOTSZ0 — 0
BOOTRST — 1



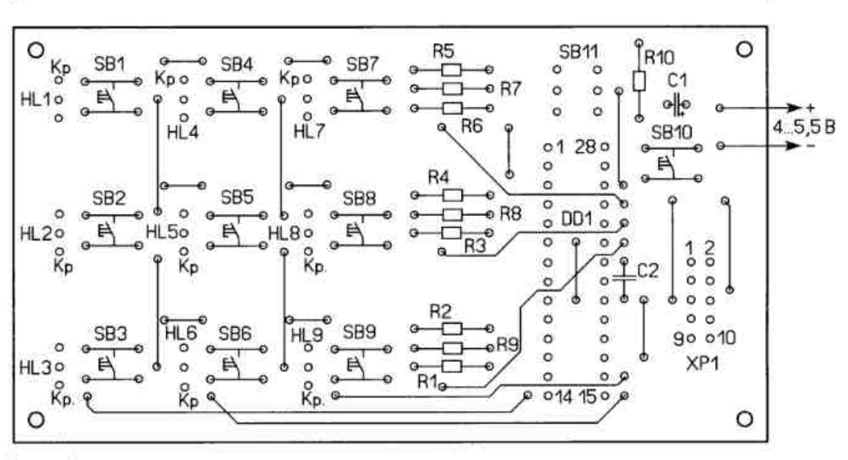


Рис. 2

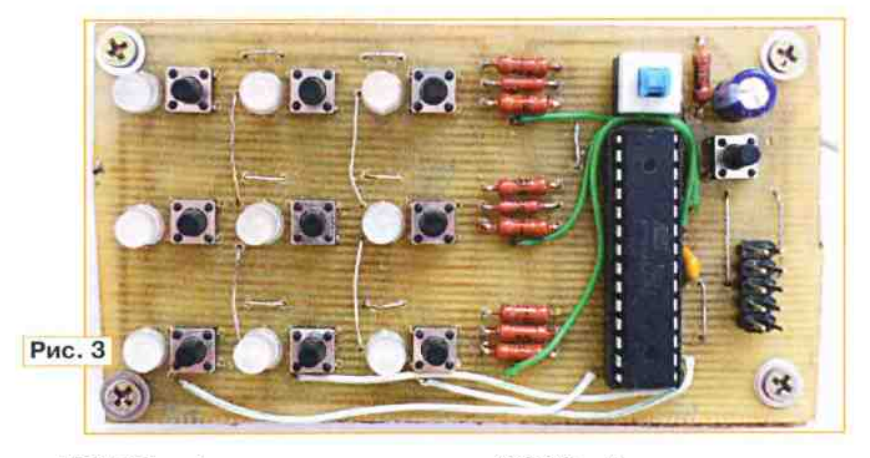


Рис. 3

BODLEVEL — 1
BODEN — 1
SUT1 — 1
SUT0 — 0

CKSEL3 — 0
CKSEL2 — 1
CKSEL1 — 0
CKSEL0 — 0

От "заводской" эта конфигурация отличается только значениями битов CKSEL, устанавливающих тактовую частоту контроллера 8 МГц.

Питать автомат можно от любого источника питания с напряжением 4...5,5 В, например, от трёх гальванических элементов типоразмеров AAA, AA или зарядного устройства сотового телефона с выходным напряжением 5 В.

Правильно смонтированное из исправных деталей устройство, как правило, начинает работать сразу, поэтому каких-либо дополнительных мер по налаживанию не требуется.

***От редакции**. Чертёж печатной платы в формате Sprint-Layout, программа микроконтроллера и hex-файл для его прошивки имеются по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2019/02/krest.zip** на нашем FTP-сервере.*

Ответы на викторину "Микроконтроллеры и интерфейс I²C"

("Радио", 2019, № 1, с. 60, 61)

С. РЮМИК, г. Чернигов, Украина

1. Ответ — 1. Согласно [1], для работы интерфейса I²C в режиме Fast Plus ток замыкания интерфейсной линии (SDA или SCL) на общий провод должен быть не менее 20 мА, иначе безошибочная передача информации со скоростью 1 Мбит/с не гарантирована. Этот ток зависит от сопротивления резисторов R1 и R2. При их номиналах, указанных на схеме, он равен 3,3 В/300 Ом = = 11 мА, что для полного использования возможностей режима Fast Plus недостаточно. Однако этого с избытком хватит для работы в режиме Standard или Fast, где требуется всего 3 мА. Но следует иметь в виду, что адаптеры I²C, встроенные в некоторые микросхемы старых типов, ток больше 3 мА не выдержат.

2. Ответ — 1. Микросхема DA1 — сборка из двух аналоговых электронных переключателей, состоянием которых управляет сигнал с выхода Dxx микроконтроллера. При его низком уровне в микросхеме DA1 вывод 3 соединён с выводом 5, а вывод 9 — с выводом 7. При высоком уровне вывод 3 — с выводом 2, а вывод 9 — с выводом 10. Никакого повышения нагрузочной способности линий SDA и SCL микроконтроллера при этом не происходит. Он будет лишь временно отключён от других устройств, объединённых интерфейсом I²C.

3. Ответ — 1. Резисторы R1, R2 подавляют "звон" на перепадах импульсов SCL и SDA, возникающий при большой длине линий связи и приводящий к сбоям. Сопротивление этих резисторов выбирают в 10...50 раз меньшим, чем резисторов R3 и R4. В большинстве случаев устанавливать резисторы R1 и R2 не обязательно. Но если перепутать подготовленные к монтажу резисторы и установить резисторы меньшего сопротивления вместо резисторов большего сопротивления, то при передаче логического нуля левым по схеме устройством напряжение на соответствующем входе правого устройства останется соответствующим логической единице. А при передаче нуля правым устройством через открытый выходной транзистор последнего потечёт ток почти 100 мА, что небезопасно для транзистора. Интерфейс работать не будет.

4. Ответ — 0. Интерфейс I²C был разработан для организации информационной связи на небольшие расстояния внутри платы или блока. Если требуется передать интерфейсные сигналы на большее расстояние, используют кабель, как правило, с витыми парами проводов. Если свить провод SDA с проводом SCL, взаимные помехи, проникающие через ёмкость между ними, могут нарушить связь. Если же свить один из этих проводов с проводом питания, а другой с общим проводом, то это увеличит, конечно, ёмкостную нагрузку на информационные линии, что может потребовать уменьшить скорость передачи, но послужит дополнительной защитой от помех.

На практике при передаче по I²C информации через сетевой кабель UTP категории 5 с низкой скоростью и с применением алгоритма коррекции ошибок удавалось достичь дальности связи 25...100 м [2].

5. Ответ — 0. В большинстве микроконтроллеров встроенный аппаратный адаптер интерфейса I²C имеется. Инициализировав его, можно побайтно отправлять и принимать информацию. Управление обменом происходит автоматически. Однако некоторые микроконтроллеры, в том числе ATtiny13, такого адаптера всё же не имеют. В этом случае можно формировать и принимать сигналы SCL и SDA программно, используя любые свободные линии портов микроконтроллера, в рассматриваемом случае линии — PB0 и PB1. Такой способ можно использовать и в случаях, когда выводы микроконтроллера, с которыми может работать встроенный в него аппаратный адаптер I²C, заняты другими задачами или требуется организовать дополнительный канал обмена информацией.

6. Ответ — 0. Иногда ведущему требуется по очереди обмениваться информацией с двумя ведомыми, имеющими одинаковые адреса. Для этого достаточно переключателем SA1 коммутировать между ними линию SDA, оставляя линию SCL подключённой к обоим. Резисторы R3 и R4 поддерживают на входе SDA отключённого устройства высокий уровень напряжения, что предотвращает

ошибочный переход этого устройства в активное состояние.

7. **Ответ — 1**. Те, кто эксплуатирует различного рода информационные сети, знают, что больше всего проблем доставляет "зависание" или "падение" сети. На шине I^2C такое тоже случается. Например, если от ведомого устройства длительное время нет никакого ответа. Восстановить работоспособность помогает принудительный перевод ведомого в исходное состояние, который происходит путём кратковременного отключения его питания импульсом низкого логического уровня на выводе Dxx. Необходимую длительность отключения определяют экспериментально.

При таком питании ток, потребляемый ведомым устройством, не должен превышать допустимого для вывода микроконтроллера (обычно 20 мА). Исходя из этого, выбирают и сопротивление резистора R1.

8. **Ответ — 0**. В виде конденсаторов C1 и C2 на иллюстрирующей вопрос схеме изображены суммы входных ёмкостей всех подключённых устройств и паразитных ёмкостей монтажа на каждой линии интерфейса. В [1] приведена формула

$$C_{max} = \frac{t_r}{0{,}8473 \cdot R},$$

где C_{max} — максимальная ёмкость нагрузки линии интерфейса, пФ; t_r — допустимая длительность нарастающего перепада импульса, нс; R — сопротивление резистора, соединяющего линию с плюсом питания, кОм. При t_r=1000 нс и R=4,7 кОм расчёт даёт C_{max}=251 пФ. Следовательно, с ёмкостной нагрузкой 400 пФ гарантировать работу со скоростью 100 кбит/с нельзя.

9. **Ответ — 0**. Согласно [1], при обмене информацией по шине I^2C в режимах Fast и Fast Plus необходима фильтрация коротких импульсных помех длительностью менее 50 нс. Это предотвращает сбои синхронизации. В режиме Standard, где скорость передачи ниже, необходимости в фильтрах нет.

В рекомендациях [3] рассмотрены аналоговые и цифровые фильтры коротких помех. Можно, например, использовать цифровые фильтры, имеющиеся на входах микроконтроллеров (например, Spike Suppression в некоторых микроконтроллерах семейства ATmega). Если их нет, рекомендовано вводить в линию SDA аналоговый ФНЧ C1R4, как показано на сопровождающем вопрос рисунке. Резисторы R1 и R2 — "антизвонные". При напряжении питания 3,3 В элементы фильтра выбирают согласно **таблице**. Такие фильтры устанавливают не только у ведущего, но и у ведомых, причём как на линии SDA, так и на линии SCL [3].

R3, R5, кОм	R1, R2, Ом	R4, Ом	C1, пФ
1,8	51	130	180
2,0	51	150	150
2,2	56	160	150
2,4	62	180	130

10. **Ответ — 0**. Передача информации по линии SDA может идти в двух направлениях. Светодиод HL1 будет включаться каждый раз при логически низком уровне напряжения на ней независимо от того, каким из подключённых к шине I^2C устройств он установлен. Следовательно, независимо от направления передачи. Резистор R3 снижает дополнительную нагрузку на линию. Конденсатор C1 сглаживает пульсации яркости свечения светодиода HL1.

11. **Ответ — 1**. Если устройства подключены к шине I^2C длинными кабелями, не исключены наводки на провода этих кабелей статического электричества и электромагнитных, в том числе импульсных помех, напряжение которых может достигать опасных значений. Для защиты от опасных наводок обычно применяют диоды-супрессоры VD1 и VD2. Вместе с резисторами R3, R4 они эффективно ограничивают наводки до безопасного уровня. Чтобы максимальная скорость передачи информации не снижалась, собственная ёмкость супрессоров должна быть малой.

12. **Ответ — 1**. LC-фильтр в цепи питания устраняет искажения формы сигналов SCL и SDA помехами, проникающими из этой цепи [3]. В рассматриваемом случае он образован надетой на провод ферритовой "бусиной" L1 BLM31B601S и двумя конденсаторами C1 и C2. Конденсатор C2 большой ёмкости имеет большие по сравнению с конденсатором C1 паразитные параметры — индуктивность выводов и ЭПС. Поэтому он плохо подавляет высокочастотные составляющие помех. Конденсатор C1, практически не влияя на низкочастотные помехи, улучшает подавление высокочастотных.

13. **Ответ — 0**. Полевые транзисторы VT1 и VT2 служат преобразователями уровней сигналов на линиях SCL и SDA с 5 В в 3,3 В и обратно в соответствии с напряжением питания устройств, которые связаны этими линиями. Если понизить до 1,8 В напряжение питания устройства, находящегося на схеме справа, то оно, если рассчитано на такое напряжение, продолжит работать. А вот многие экземпляры транзисторов VT1 и VT2 (2N7002) открываться перестанут, поскольку типовое значение порогового напряжения затвор—исток таких транзисторов, согласно [4], — 2 В при температуре 25 °C. Для гарантированной работы интерфейса в этих условиях следует подобрать полевые транзисторы с меньшим пороговым напряжением.

14. **Ответ — 0**. Ведомые устройства интерфейса I^2C (например, датчики) нередко подключают к ведущему через разъём. Это позволяет присоединять их лишь по мере надобности и отсоединять для проверки или ремонта. Оставлять никуда не присоединёнными выводы SCL и SDA отключённого от шины I^2C устройства не рекомендуется. В таком состоянии они чувствительны к наводкам, способным вызвать ложный старт ведомого устройства и даже привести к сбою программы его микроконтроллера. Поэтому в каждом из соединяемых через разъёмы устройств устанавливают нагрузочные резисторы, следя за тем, чтобы их общее сопротивление не стало меньше допустимого. Такое решение применено, например, в игровом джойстике Wii Nunchuck, имеющем кабель длиной 1,2 м [5].

Следует заметить, что напряжения $U_{пит1}$ и $U_{пит2}$ в соединяемых устройствах должны быть одинаковыми. Предусмотрев в разъёме X1 ещё одну пару контактов, можно подавать эти напряжения от общего источника.

15. **Ответ — 1**. Микроконтроллеры широкого применения обычно имеют от одного до четырёх встроенных аппаратных адаптеров I^2C. Если этого недостаточно, создают дополнительные программные драйверы. Для каждой из шин I^2C требуются свои нагрузочные резисторы. Их сопротивление выбирают в зависимости от скорости передачи информации по каждой шине и ёмкости нагрузки её линий. Поэтому резисторы могут иметь разное сопротивление.

ЛИТЕРАТУРА

1. UM10204. I^2C-bus specification and user manual. Rev. 6 — 4 April 2014. — URL: **https://www.nxp.com/docs/en/user-guide/UM10204.pdf** (03.10.2018).

2. Maximum I^2C Bus Length? — URL: **https://electronics.stackexchange.com/questions/106265/maximum-i2c-bus length** (03.10.2018).

3. Improving Noise Immunity for Serial Interface. — URL: **https://www.latticesemi.com//media/LatticeSemi/Documents/WhitePapers/HM/ImprovingNoiseImmunityforSerialInterface.ashx?document_id=50728** (03.10.2018).

4. 2N7002 60 V, 300 mA N-channel Trench MOSFET. — URL: **https://assets.nexperia.com/documents/data-sheet/2N7002.pdf** (03.10.2018).

5. Wii Nunchuk Interface. — URL: **https://bootlin.com/labs/doc/nunchuk.pdf** (03.10.2018).